



Universidade de Brasília
IE – Departamento de Estatística
Estágio Supervisionado 2

TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM: ANÁLISE DE ATITUDE DOS GRADUANDOS EM RELAÇÃO ÀS DISCIPLINAS DE ESTATÍSTICA

Etienne Pereira da Silva

Orientador: Prof. Dr. Antonio Eduardo Gomes

Brasília
Novembro de 2014



Universidade de Brasília
IE – Departamento de Estatística
Estágio Supervisionado 2

TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM: ANÁLISE DE ATITUDE DOS GRADUANDOS EM RELAÇÃO ÀS DISCIPLINAS DE ESTATÍSTICA

Etienne Pereira da Silva

Monografia apresentada ao Departamento de Estatística, da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Eduardo Gomes

Brasília
Novembro de 2014

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, Teu amor, e bondade em me permitir mais esta conquista;

Aos meus pais, Rinaldo e Eliene, pelo imensurável amor, suporte e empenho em sempre me proporcionar uma educação de qualidade, princípios e valores. Sem vocês nada disso seria possível;

À minha irmã Raienne, pelo companheirismo de todas as horas;

Aos meus familiares, pela base e compreensão nos momentos de ausência;

Ao Departamento de Estatística da UnB, funcionários e professores, por toda preciosa contribuição na minha formação acadêmica;

Ao meu orientador, Antonio Eduardo Gomes, pela atenciosa e dedicada orientação e ainda, por ser um exemplo de profissional;

Aos estatísticos do Conselho Nacional de Justiça, Igor Stemler e Gabriela Azevedo, por todo valioso aprendizado e amadurecimento durante o ano que lá estagiei;

Aos meus colegas de curso, por todos os momentos compartilhados;

Aos queridos amigos Dalton Rodrigues, pelo incrível companheirismo nos dois primeiros anos da Estatística, e Geisa Novais, pela irmandade durante toda graduação, sem vocês para estudar, sorrir e chorar esses anos não teriam sido tão especiais e produtivos;

A todos os meus amigos pela motivação, torcida e carinho que sempre me proporcionaram.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos
não é senão uma gota de água no mar.
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma
gota.”
(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) é considerada uma alternativa à Teoria Clássica de Medida (TCM) na elaboração e análise dos construtos que são avaliados através dos instrumentos de medição (questionários). Com larga aplicação em avaliação educacional, a TRI, que tem como característica principal o item, propõe modelos probabilísticos para variáveis latentes (variáveis que não são medidas diretamente). A fim de um maior conhecimento da aplicabilidade da TRI, esse trabalho propõe-se a avaliar a atitude em relação à Estatística de 210 alunos da Universidade de Brasília que responderam a Escala de Atitudes em relação à Estatística (EAE). Pesquisas têm indicado que alunos demonstram baixa motivação em utilizar ferramentas estatísticas e tem certas dificuldades de aprendizado de conceitos estatísticos. Estudos já realizados afirmam que estudantes com atitudes positivas sobre determinada disciplina apresentam maior probabilidade de sucesso na aprendizagem dos conteúdos desta. Dessa forma, as respostas dadas pelos graduandos da UnB foram analisadas através da Teoria de Resposta ao Item. Os parâmetros de dificuldades dos itens (b_i) e o parâmetro de discriminação (a_i) mostraram que o item referente a possuir uma reação definitivamente positiva em relação às disciplinas de serviço (Bioestatística, Estatística Aplicada ou Probabilidade e Estatística), apreciar e gostar desta matéria foi o que melhor informa. As variáveis disciplina (diferentes áreas de estudo), percepção de desempenho, cursar ou não a disciplina pela primeira vez mostraram influenciar no nível de atitudes em relação à estatística. Tais resultados sugerem um reforço para que a Estatística seja aplicada no contexto do curso de cada estudante e que sejam adotadas estratégias para desenvolver um ambiente de ensino-aprendizagem que estimule os alunos.

Palavras-chave: Teoria de Resposta ao Item, atitudes, EAE.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Modelo TRI Unidimensionais..... | 16 |
| Figura 2 – Parâmetros dos itens inseridos na curva produzida pela equação (1) | 18 |
| Figura 3 - Curva de Categoria de Respostas..... | 22 |
| Figura 4 – Curva de Informação do Item..... | 23 |
| Figura 5 – Boxplot da variável Idade..... | 27 |
| Figura 6 – Aplicabilidade da estatística por disciplina cursada..... | 28 |
| Figura 7 – Quantidade de alunos que cursam pela primeira vez por disciplina..... | 29 |
| Figura 8 – Categorias de resposta do item 4 por disciplina..... | 31 |
| Figura 9 – Categoria de resposta do item 19 por disciplina..... | 31 |
| Figura 10 – Curvas Características dos Itens 1 a 8..... | 36 |
| Figura 11 – Curvas Características dos Itens 9 a 16..... | 37 |
| Figura 12 – Curvas Características dos Itens 17 a 20..... | 38 |
| Figura 13 - Curva Característica do Item 20..... | 39 |
| Figura 14 – Histograma dos Escores Latentes..... | 40 |
| Figura 15 – Curva de Informação dos Itens..... | 41 |
| Figura 16 – Curva de Informação a cada cinco itens..... | 41 |
| Figura 17 – Função de Informação do Teste..... | 42 |
| Figura 18 – Boxplots dos Escores Latentes por disciplina..... | 44 |
| Figura 19 - Boxplots dos Escores Latentes por sexo..... | 45 |
| Figura 20 - Boxplots dos Escores Latentes por “vez”..... | 45 |
| Figura 21 - Boxplots dos Escores Latentes por percepção de desempenho..... | 46 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Quantidade de respondentes por disciplina..... | 26 |
| Tabela 2 – Idade (em anos)..... | 26 |
| Tabela 3 – Semestre..... | 26 |
| Tabela 4 – Sexo..... | 26 |
| Tabela 5 – Frequências de categorias de resposta por itens | 30 |
| Tabela 6 – Valores Observados para o item 4..... | 32 |
| Tabela 7 – Valores Observados para o item 19..... | 32 |
| Tabela 8 – Valores Esperados para o item 4..... | 33 |
| Tabela 9 – Valores Esperados para o item 19..... | 33 |
| Tabela 10 – Parâmetros dos itens (discriminação e dificuldade)..... | 34 |
| Tabela 11 – Itens por escores de latência e dificuldade (aproximados)..... | 43 |
| Tabela 12 – ANOVA..... | 44 |
| Tabela 13 – Teste de Tukey..... | 45 |

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 - Introdução | 9 |
| 1.1 - Objetivos..... | 11 |
| 2 – Referencial Teórico | 12 |
| 2.1 – Atitudes em relação à Estatística..... | 12 |
| 2.1.1 – Ensino da Estatística..... | 12 |
| 2.1.2 – Educação e Atitude | 13 |
| 2.2 – Teoria de Resposta ao Item (TRI) | 15 |
| 2.2.1 – Modelos logísticos Unidimensionais para itens dicotômicos | 11 |
| 2.2.2 – Modelos Unidimensionais para itens politômicos..... | 17 |
| 2.2.3 - Informação do Item..... | 19 |
| 2.2.4 - Métodos de Estimação | 22 |
| 3 – Materiais e Métodos | 25 |
| 4 – Resultados | 26 |
| 4.1 - Análise Descritiva..... | 26 |
| 4.2 - Teste Qui Quadrado..... | 31 |
| 4.3 - Teoria de Resposta ao Item..... | 34 |
| 4.3.1 - Análise dos Escores..... | 44 |
| 5 – Considerações Finais | 47 |
| 6 – Referências Bibliográficas | 49 |
| 7 -- Apêndice..... | 52 |
| 8 – Anexo..... | 56 |

Capítulo 1

Introdução

A história da Estatística tem início bem anterior a 1900, porém seu reconhecimento como um campo da ciência ocorreu ao longo do século XX. Nesse período, os métodos estatísticos foram desenvolvidos como uma mistura de tecnologia, lógica e ciência para a investigação e solução de problemas em diversas áreas do conhecimento humano. A estatística moderna permite avaliar e estudar as incertezas e suas consequências no planejamento e interpretação de experiências e de observações de fenômenos da sociedade e da natureza.

A importância da estatística como ferramenta de trabalho de diversas áreas e ciências tem crescido nas últimas décadas. Ela vem se expandindo como disciplina independente, o que gerou uma enorme demanda pela formação em estatística. As universidades progressivamente incorporaram essa disciplina nos currículos de graduação de quase todos os cursos profissionais e, mesmo em menor escala, essa área do conhecimento foi introduzida também nos conteúdos do ensino médio e até do ensino fundamental. No que se remete ao campo de trabalho, tanto no setor público, quanto no privado, há uma demanda de atualização de seus quadros em estatística, com enfoque ainda maior em áreas diretamente ligadas à pesquisa.

Dessa forma, foram desenvolvidas várias experiências do ensino da estatística, definindo-se gradualmente a “didática da estatística” como um novo campo de investigação. No ensino dessa disciplina para graduandos de alguns cursos profissionais como Psicologia, Ciência Política, Ciências Sociais, Engenharias, dentre outros, é comum observar que a maioria deles tem uma visão parcial da utilidade desta ferramenta, limitando-se a sua aplicação ou organização de dados numéricos de uma amostra ou a cálculos de estatísticas descritivas (média, desvio padrão, porcentagens...), pouco considerando sua amplitude e diversidade de utilidades e aplicações. Essa visão da estatística pode ser explicada pelo fato de seu ensino na graduação, de forma geral, ter enfoque na estatística descritiva, pouco explorando a parte inferencial, que quando ministrada é carregada de muita teoria

probabilística. Segundo Watts (1991) e Moore (1997), seria interessante priorizar o ensino dos conceitos de estatística ao invés dos procedimentos de cálculos, além da inserção de pacotes estatísticos.

Mesmo dentre os alunos motivados a aprender Estatística é comum ouvir frases como “eu odeio estatística”, “nunca fui bom em matemática”, “escolhi este curso justamente porque não tinha nenhum cálculo”. Estas e outras considerações foram relatadas por Bradstreet (1996) como “ansiedade estatística”, afirmando que esta pode ser encontrada quando o aluno cursa uma disciplina de Estatística ou realiza uma análise estatística. “Ansiedade é um estado emocional com a qualidade do medo, desagradável, dirigido para o futuro, desproporcional e com desconforto subjetivo”, afirma o psiquiatra australiano Aubrey Lewis (1967). As experiências emocionais tendem a se acumular em relação a um mesmo objeto, podendo desenvolver atitudes em relação ao mesmo. As atitudes, definida como uma predisposição para responder de maneira favorável ou desfavorável a um determinado objeto, segundo Mcleod e Adams (1989), são mais duradouras que as emoções, apesar de serem menos intensas. Então, é cabível afirmar que as experiências anteriores dos graduandos em relação à Estatística fazem parte de suas atitudes em relação a ela.

Diante disso, tem-se a curiosidade e a necessidade de identificar quais variáveis (importância e confiança na estatística, auto percepção de desempenho...) mais influenciam no nível de atitudes dos graduandos da Universidade de Brasília em relação às disciplinas Bioestatística, Estatística Aplicada e Probabilidade e Estatística a fim de compreender os fatores que interferem no processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, busca-se verificar as possíveis relações entre o aspecto afetivo e cognitivo, tendo em vista que muitas vezes os alunos das Ciências Humanas, por não se identificarem com os “números”, não desejam cursar disciplinas das Ciências Exatas durante a graduação, cumprindo-as somente pelo fato das matérias de Estatística serem obrigatórias no currículo.

1.1 Objetivos

Objetivo Geral

- Analisar a atitude dos graduandos de diversos cursos da Universidade de Brasília (exceto bacharel em estatística) em relação à Estatística e a tenham como disciplina obrigatória, e relacioná-la com a percepção deles quanto a importância, o auto desempenho, confiança e demais sentimentos (variáveis) que, provavelmente, influenciam na aprendizagem.

Objetivos Específicos

- Verificar a atitude dos alunos das turmas de Bioestatística, Estatística Aplicada e Probabilidade e Estatística da UnB quanto às respectivas disciplinas cursadas e a matéria ministrada.
- Observar, dentre as três disciplinas acima descritas, qual tem o maior número de estudantes com atitudes positivas e negativas em relação à disciplina.
- Analisar se o reconhecimento do graduando quanto à utilidade do conteúdo e sua auto percepção na disciplina podem ajudar no desempenho e na predisposição ao uso da Estatística no futuro.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 – Atitudes em Relação à Estatística

2.1.1 – Ensino da Estatística

Segundo Carvalho (2003), a literacia estatística é a capacidade para compreender e avaliar criticamente resultados estatísticos do cotidiano de qualquer cidadão, bem como as contribuições do pensamento estatístico nas decisões públicas e privadas, profissionais e pessoais, sociais e políticas. Esta literacia estatística iniciou-se da necessidade da aquisição de conhecimentos estatísticos para enfrentar as situações cotidianas, já que, quando estamos envolvidos num processo de tomada de decisão, seja individual ou coletivo, somos confrontados a necessidade de assumir riscos.

Estudos mostram que os estudantes do ensino superior estão com dificuldades no uso das técnicas estatísticas mais simples (CARZOLA *et al.*, 1999; CARVALHO, 2006), confirmando a importância e necessidade de se observar a didática estatística. Essa problemática em relação à estatística não é exclusiva de uma região ou do Brasil. O ISI (International Statistical Institute), por exemplo, criou o IASE (International Association of Statistical Education) a fim de apoiar, promover e melhorar o ensino da estatística em todos os níveis de educação.

Alguns autores acreditam que a dificuldade em estatística ocorre devido à visão determinística e o posicionamento destes em relação à disciplina e seu conteúdo, não aceitando muitas vezes algo entre o verdadeiro e o falso, como a probabilidade (ARA, 2006). Já para Dancey e Reidy (2006) o problema está no fato de “os conceitos estatísticos aparecerem perdidos em meio a fórmulas”. Além disso, outros autores salientam que tal desmotivação possa ser fruto do distanciamento da estatística com os demais conteúdos estudados durante o curso de graduação.

2.1.2 – Educação e Atitude

Cientificamente, a atitude é definida como a representação de um esquema mental, não observável, que atua como mediador entre o pensamento e o comportamento. Podemos entender que as atitudes são desenvolvidas por meio de experiências pessoais prévias e que exercem influência em seus comportamentos. As experiências são não só ao que vivenciamos de fato, mas também o que observamos e escutamos na sociedade como um todo e com as pessoas de nossos vínculos familiares e sociais.

Krüger (1986) define a atitude como uma disposição afetiva, favorável (positiva) ou desfavorável (negativa), a um objeto, considerando incoerente falar em atitude neutra ou sem mobilização afetiva. Agregando-se a esse elemento afetivo, estão os elementos cognitivos e comportamentais que juntos constroem uma estrutura atitudinal, ou seja, se o sentimento for negativo, as representações e condutas também tenderão a ser, e vice-versa.

No que se remete à educação, pesquisadores têm utilizado os estudos da psicologia sobre atitude e aplicado nos conceitos educacionais e de ensino-aprendizagem. Criou-se a problemática de entender quais são as atitudes dos estudantes em relação às disciplinas e conteúdos e como isso pode influenciar no comportamento e desempenho dos graduandos ou alunos, de forma geral.

Estudos como este são importantes para que as instituições trabalhem no sentido de criar condições favoráveis para que haja o desenvolvimento de atitudes também favoráveis. Dessa forma, estudos (LEVINE e MURPHY, 1943; LAMBERT e GARDNER, 1972) mostram que se uma pessoa tem atitudes positivas sobre determinada disciplina há uma probabilidade maior de ter sucesso na aprendizagem dos conteúdos nela inseridos.

Remetendo-se à Estatística, Silva *et al.* (2002), sugerem o uso de escalas de avaliação como parte de uma estratégia para que os professores lidem com os aspectos afetivos das atitudes. Alguns exemplos de instrumentos com a finalidade de avaliar as atitudes frente à estatística na literatura são: Statistic Attitudes Survey (SAS) (ROBERT e BILDERBACK, 1980); Attitudes Toward Statistic (ATS) (WISE, 1985); Statistics Attitudes Scale (SASc) (MCCALL, BELLI e MADJIDI, 1990); Escala de atitudes em relação à Estatística de Auzmendi (EAEA) (AUZMENDI, 1992);

Survey of attitudes Toward Statistics (SATS) (SCHAU *et al.*, 1995); Escala de Atitudes em Relação à Estatística (EAE) (CARZOLA *et al.*, 1999); Escala de Actitudes hacia la Estadística (EAEE) (ESTRADA *et al.*, 2004).

Apenas uma escala de avaliação de atitudes sobre estatística, a EAE – Escala de Atitudes em relação à Estatística (CARZOLA *et al.*, 1999) foi encontrada no Brasil. Este instrumento foi construído inicialmente por Aiken e Dreger (1961) para medir atitudes com relação à matemática. Em 1998 foi traduzido, adaptado e validado por Brito, que eliminou a opção neutra nas respostas.

As autoras utilizaram seguinte conceito de atitude:

Considera-se atitude em relação à Estatística como uma resposta afetiva dada por um indivíduo diante de uma situação em que irá utilizar seu conteúdo, seja cursando uma disciplina ou analisando dados de uma pesquisa. Esta resposta afetiva é do tipo gostar - não gostar e tem sua origem nas crenças dos alunos como, por exemplo, sobre o que é Estatística, sobre a dificuldade em aprender seu conteúdo, sua utilidade no cotidiano. Tem sua origem, também, nas emoções vividas pelos alunos em situações anteriores com a Estatística. (CARZOLA *et al.*, 1999, [n. p.])

Esse estudo de Cazorla, em 1999, alterou a palavra matemática por estatística e validou o estudo com base numa amostra de 1154 alunos de 15 diferentes cursos de graduação de duas grandes universidades particulares. O valor do coeficiente Alfa de Cronbach obtido foi de 0,95, indicando uma alta consistência interna. A média de pontos obtida pelos sujeitos da amostra de validação foi 50,5 e o desvio padrão foi 10,2.

A escala é do tipo Likert e sua composição compreende 20 itens, 10 positivos e 10 negativos. Cada item conta com quatro alternativas: discordo totalmente (1), discordo (2), concordo (3) e concordo totalmente (4). A pontuação da escala pode variar de 20 a 80 pontos, sendo o ponto médio igual a 50.

A EAE vem sendo empregada em diversos estudos desde sua elaboração, a fim de estudar e entender melhor, principalmente, o posicionamento dos graduandos de diversas universidades em relação às disciplinas e programas de iniciação científica nas áreas de estatística e atuária.

2.2 – Teoria de Resposta ao Item

Psiquiatras franceses e alemães foram um dos pioneiros no estudo de medidas, ainda no século XIV. Eles verificaram como influi a influência mental em habilidades motoras, sensoriais e cognitivo-comportamentais. Ainda nesse período, os ingleses também merecem destaque na área de genética por utilizarem uma metodologia bem definida para estudar a importância de medidas de diferenças individuais.

No início do século XX veio a contribuição de Charles Spearman, o qual desenvolveu uma metodologia posteriormente conhecida como Teoria Clássica das Medidas e Análise Fatorial. Ainda no início desse século Thurstone e seus trabalhos contribuíram na construção de medidas de traços latentes e em especial, na medida de atitude. Em um de seus trabalhos o autor desenvolveu a Lei dos Julgamentos Comparativos, método de medida estatístico, que pode ser visto como o mais importante precursor probabilístico da Teoria de Resposta ao Item (TRI).

O início da TRI foi marcado pelos primeiros modelos para variáveis latentes apresentados nos estudos de Lawley, Guttman e Lazarsfeld. Porém, foi com Frederic Lord (1950) que a TRI ganhou força através de suas publicações sendo, então, formalizada. Além disso, contribuiu para o desenvolvimento de programas computacionais, imprescindíveis para colocar esta teoria em prática.

A TRI foi desenvolvida, principalmente, para suprir limitações que a Teoria Clássica de Medidas apresentava, com destaque ao fato do instrumento de medida ser dependente das características dos examinados que se submetem ao questionário ou teste. Ela surgiu como forma de considerar cada item particularmente, sem revelar os escores totais; portanto as conclusões não dependem exclusivamente do teste ou do questionário, mas sim de cada item que o compõe.

Dessa forma, a Teoria de Resposta ao Item possibilita uma nova proposta de análise estatística, centrada em cada item, que transcende limitações da Teoria Clássica de Medidas, na qual o modelo para construção da escala baseia-se diretamente no resultado obtido do instrumento como um todo.

Atualmente, a TRI é composta de uma família de modelos matemáticos que representam a probabilidade de determinada resposta a um item ser escolhida em função dos parâmetros que caracterizam este item e do nível do respondente quanto ao traço latente que está sendo medido.

Todos os modelos TRI assumem independência local; ou seja, para um determinado nível de traço latente, os itens não devem estar correlacionados entre si. Os modelos mais utilizados se aplicam em testes unidimensionais e estão dispostos na figura 1 (CASTRO, 2008).

Nos modelos dicotômicos, as respostas dadas aos itens devem ser restritas a duas opções, ou as mesmas devem ser dicotomizadas posteriormente para fins de análise. Estes modelos se diferenciam pelo número de parâmetros analisados: os modelos de um parâmetro consideram a dificuldade do item (RASCH, 1960; WRIGHT, 1977), os modelos de dois parâmetros consideram a dificuldade e a discriminação do item (LORD, 1952; BIRNBAUM, 1968) e os modelos de três parâmetros consideram, além destas, a probabilidade de acerto casual (LORD, 1980).

Nos modelos para respostas politômicas, os itens do teste devem ter mais que duas alternativas. Nestes, os modelos podem considerar apenas o parâmetro de dificuldade do item (ANDRICH, 1978; MASTERS, 1982) ou os parâmetros dificuldade e discriminação do item (SAMEJIMA, 1969; MURAKI, 1992).

| Número de parâmetros | Natureza do item | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Respostas Dicotômicas | Respostas Politômicas |
| Dificuldade | Modelo Logístico de 1 parâmetro (Rasch) | Modelo de Escala Gradual de Andrich Modelo de Crédito Parcial de Masters |
| Dificuldade e Discriminação | Modelo Logístico de 2 parâmetros | Modelo de Resposta Gradual de Samejima Modelo de Crédito Parcial Generalizado de Muraki |
| Dificuldade, Discriminação e Acerto casual | Modelo Logístico de 3 parâmetros | |

Figura 1 – Modelo TRI Unidimensionais
Fonte: CASTRO (2008)

2.2.1 – Modelos logísticos unidimensionais para itens dicotômicos

O modelo logístico unidimensional de três parâmetros pode ser representado pela equação (1). Esta equação corresponde à probabilidade do indivíduo responder corretamente ao item i , dado que tem habilidade θ_j . Os termos “corretamente” e “habilidade” aqui empregados tiveram origem na medição de aptidões. No presente estudo, podemos descrever a equação (1) como a probabilidade do indivíduo j responder de forma positiva ao item i , dado que tem intensidade de atitudes negativas θ_j .

$$P(X_{ij} = 1|\theta_j) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i)}} , \quad (1)$$

$i=1,2,\dots,l$

$j=1,2,\dots,n$

em que:

i : Número de itens do teste;

j : Número de respondentes;

θ_j : Atitudes em relação à estatística do j -ésimo indivíduo (traço latente);

a_i : Parâmetro de discriminação (ou inclinação) do item i ;

b_i : Parâmetro de dificuldade (ou posição) do item i ;

c_i : Probabilidade de indivíduos com atitudes pouco positivas concordarem com o item i (resposta casual);

D : Constante equivalente a 1 para a curva logística ou a 1,7 para obter a aproximação para a distribuição normal.

A equação (1) produz uma curva denominada Curva Característica do Item, exemplificada na Figura 2 abaixo.

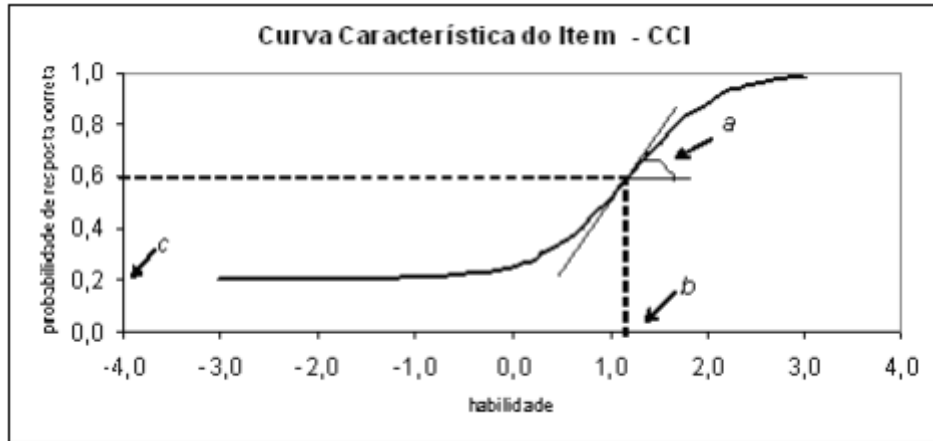


Figura 2 – Parâmetros dos itens inseridos na curva produzida pela equação (1)
Fonte: ANDRADE (2006)

Tem-se então que um item é considerado tanto quanto mais difícil quanto maior for o traço latente que o sujeito necessita para aceitá-lo. Ou seja, quanto maior for o nível de atitudes favoráveis para que o sujeito concorde com o item.

O parâmetro de discriminação representa o quanto ele consegue diferenciar os indivíduos com diferentes traços latentes. Se a discriminação de um item for baixa, indivíduos com maior e menor habilidade terão probabilidades mais próximas de concordar com o item.

Já o acerto casual diz respeito ao “chute” nos testes de aptidão. Em testes que avaliam traços como atitudes, este corresponde à resposta dada devido a outro traço que não o prioritariamente avaliado no teste ou ainda a resposta aleatória. Quando esse parâmetro não é levado em consideração, temos que o modelo logístico de dois parâmetros é representado pela equação (2).

$$P(X_{ij} = 1|\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i)}} \quad (2)$$

$$i=1,2,\dots,l$$

$$j=1,2,\dots,n$$

E ainda, no caso de se também desconsiderar o parâmetro de discriminação dos itens, temos o modelo logístico unidimensional de um parâmetro (Modelo Rasch), descrito na equação (3).

$$P(X_{ij} = 1|\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-D(\theta_j - b_i)}} . \quad (3)$$

$i=1,2,...,I$

$j=1,2,...,n$

2.2.2 – Modelos Unidimensionais para itens politômicos

O Modelo de Resposta Gradual (MRG) é uma generalização do modelo logístico de dois parâmetros, tendo sido proposto por Samejima em 1969. O uso do MRG é apropriado quando temos instrumentos com itens de respostas categóricas e ordenadas. Não é necessário que todos os itens tenham o mesmo número de categorias de respostas.

Supondo que os escores das categorias de resposta de um item i estejam dispostos em ordem crescente, e denotando por $k = 0, 1, 2, \dots, m_i$ onde $(m_i + 1)$ é o número de categorias do i -ésimo item, a probabilidade de um indivíduo j escolher uma determinada categoria k no item i pode ser dada pela equação (4).

$$P_{i,k}^+(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_{i,k})}} - \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_{i,k+1})}} , \quad (4)$$

$i=1,2,...,I$

$j=1,2,...,n$

$k=0,1,2,...,m_i$

$b_{i,1} \leq b_{i,2} \leq \dots \leq b_{i,m_i}$

em que:

- i é o item;
- j é o respondente;
- $k = 0, 1, 2, \dots, m_i$, a k -ésima categoria de resposta e $m + 1$, o número de categorias;
- θ_j é a habilidade do respondente, que, nesse caso, representa a atitude em relação à estatística;
- $P_{i,k}(\theta_j)$ é a probabilidade de o respondente com habilidade θ escolher a categoria k , denominada função característica de operação (SAMEJIMA, 2008).

- a_i é parâmetro de discriminação do item;
- b_{ik} é o parâmetro de dificuldade da categoria k do item i ;
- $P_{i,k}(\theta_j)$ é a probabilidade de o indivíduo selecionar uma categoria maior ou igual a k , em função de sua habilidade θ_j .
- D é um fator escala, constante e igual a 1. Usa-se 1,7 quando deseja-se que a função logística forneça resultados semelhantes ao da função ogiva de Galton.

Andrich, em 1978, introduziu o Modelo de Escala Gradual (MEG). Este modelo presume que os avanços nas pontuações entre as categorias de resposta são constantes e iguais para todos os itens. Dessa forma, o parâmetro de dificuldade $b_{i,k}$ é decomposto em um parâmetro de dificuldade do item b_i e um parâmetro de categoria d_k . Neste caso particular, a probabilidade de um indivíduo j escolher uma determinada categoria k no item i pode ser dada pela equação (5).

$$P_{i,k}(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i + d_k)}} - \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i + d_{k+1})}} , \quad (5)$$

$$i=1,2,\dots,l$$

$$j=1,2,\dots,n$$

$$k=0,1,2,\dots,m_i$$

em que:

b_i : parâmetro de dificuldade do item i ;

d_k : parâmetro de categoria comum a todos itens

Publicado em 1982, o Modelo de Crédito Parcial (MCP) de Masters pertence à família dos modelos de Rasch, sendo a extensão para itens dicotômicos. O MCP é uma ferramenta na análise de itens cujas possibilidades de respostas são compostas por categorias ordenadas, supondo que todos os itens têm o mesmo poder de discriminação.

A probabilidade de um indivíduo j escolher uma determinada categoria k no item i estimada pelo MCP pode ser dada pela equação (6).

$$P_{i,k}(\theta_j) = \frac{\exp[\sum_{u=0}^k (\theta_j - b_{i,u})]}{\sum_{u=0}^{m_i} \exp[\sum_{v=0}^u (\theta_j - b_{i,v})]} , \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, I$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, m_i$$

$$b_{i,0} = 0$$

em que:

$b_{i,k}$: Parâmetro de dificuldade da k-ésima categoria do item i. Indica o momento a partir do qual a categoria de resposta k passa a ser mais provável que a categoria anterior, k-1.

O Modelo de Crédito Parcial Generalizado (MCP-G) desenvolvido por Muraki (1992) é uma generalização do MCP. Este modelo permite que os itens dentro de uma escala tenham diferentes parâmetros de inclinação.

A probabilidade de um indivíduo escolher uma determinada categoria k no item i pode ser dada pela equação (7) abaixo.

$$P_{i,k}(\theta_j) = \frac{\exp[\sum_{u=0}^k Da_i(\theta_j - b_{i,u})]}{\sum_{u=0}^{m_i} \exp[\sum_{v=0}^u Da_i(\theta_j - b_{i,v})]} . \quad (7)$$

$$i = 1, 2, \dots, I$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, m_i$$

Curvas Categoria de Resposta são as curvas geradas pelas equações de probabilidade dos modelos politômicos já apresentados anteriormente. O gráfico abaixo (figura 3) representa um item com 4 possibilidades de resposta, gerando 3 curvas diferentes, uma para cada opção de resposta.

Item 1:

$$a_1=1,0 \quad b_{1,1}=-2,0, \quad b_{1,2}=0,0, \quad b_{1,3}=2,0$$

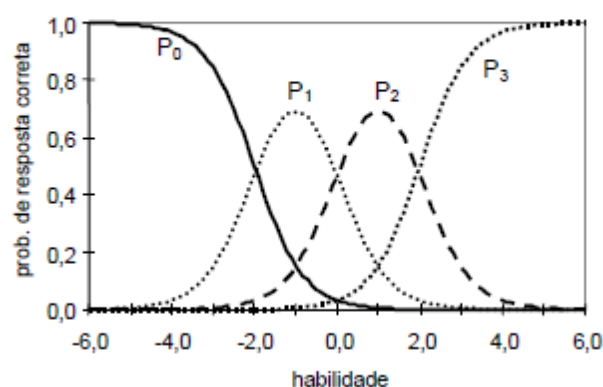


Figura 3 – Curva de Categoria de Respostas
Fonte: Andrade (2006)

No eixo horizontal estão representados os valores do traço latente medido pelo item e, no eixo vertical, a probabilidade de escolha das alternativas, com variação de 0,00 a 1,00. Note-se que indivíduos com nível de traço latente até -2,00 têm maior probabilidade de marcar pela primeira categoria de resposta. Indivíduos com nível de traço latente entre -2,00 e 0,00 têm maior probabilidade de responderem a segunda categoria. Já indivíduos com nível de traço latente entre 0,00 e 2,00, a maior probabilidade é que optem pela categoria 3. Finalmente, para indivíduos com nível de traço latente acima de 2,00, a maior probabilidade é que escolham a última categoria de resposta.

Assim, à medida que se avança no nível do traço latente medido torna-se sucessivamente mais provável que pontuações mais altas sejam escolhidas (NUNES et al., 2008).

2.2.3 – Informação do Item

Uma forma de analisar a contribuição de cada item em relação à mensuração da habilidade é a Função de Informação do Item, obtida por:

$$I_i(\theta) = \frac{\left[\frac{\partial}{\partial(\theta)} P_i(\theta) \right]^2}{P_i(\theta) Q_i(\theta)} \quad , \quad (8)$$

em que:

$I_i(\theta)$: Informação fornecida pelo item i no nível de habilidade θ ;

$P_i(\theta)$: $P(X_{ij} = 1|\theta)$;

$Q_i(\theta)$: $1 - P_i(\theta)$;

Um exemplo de Curva de Informação está presente na figura 4 a seguir:

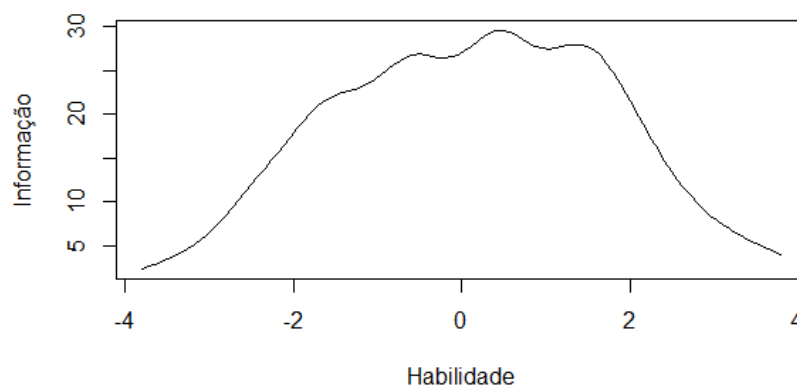


Figura 4 – Curva de Informação do Item

É observável que a informação de um item no nível de habilidade θ é calculada a partir da derivada da curva característica nesse ponto. Então, esta medida está associada à declividade da Curva Característica do Item (CCI). Quanto maior for a inclinação da CCI, maior será a informação.

2.2.4 – Métodos de Estimação

Após a definição dos parâmetros do modelo, é necessário estimá-los. Em TRI tal processo é denominado de Calibração dos Parâmetros. Eles podem ser estimados de duas formas: estimação conjunta e marginal. Neste trabalho será considerado o Método de Máxima Verossimilhança Marginal que estima inicialmente apenas os parâmetros dos itens. Com os parâmetros dos itens estimados, adota-se uma abordagem Bayesiana a fim de estimar os parâmetros dos respondentes. Tal método é conhecido como expectativa *a posteriori*.

Duas importantes suposições devem ser consideradas em relação às determinações das funções de verossimilhança, fundamentais no processo de calibração: as respostas dos indivíduos são independentes e os itens são respondidos de forma independente por cada indivíduo, fixada sua habilidade.

Nesse método o fator aleatório é o mecanismo utilizado para introduzir a informação sobre a população no processo de estimação dos itens, sem ter a estimativa dos parâmetros dos respondentes (AYALA, 2009). O método possui a equação de probabilidade de um vetor de respostas x dada por:

$$P(\mathbb{U}|\theta, a, b) = \prod_{j=1}^I p_j^{x_j} (1 - p_j)^{1-x_j}, \quad (9)$$

em que $P(\mathbb{U}|\theta, a, b)$ é condicionado à latência θ e à matriz de parâmetros dos itens.

Daí, matematicamente,

$$P(x) = \int_{-\infty}^{\infty} P(\mathbb{U}|\theta, a, b) g(\theta|\nu) d\theta, \quad (10)$$

em que $P(\mathbb{U}|\theta, a, b)$ é dado pela equação (9) e $g(\theta|\nu)$ é a distribuição contínua, como por exemplo a Normal, que representa a população de respondentes. Dessa forma, $P(x)$ é não condicionada ao θ e por isso é a probabilidade de resposta do vetor x , dada por respondentes aleatórios da amostra de uma população com distribuição continua assumida *a priori*. A suposição da distribuição da população impede que o número de parâmetros a serem estimados aumente com a elevação do tamanho da amostra, pois não diferencia os respondentes considerando que todos pertencem a mesma distribuição.

A fim de prosseguir o cálculo da probabilidade marginal são utilizados métodos computacionais de integração numérica. O valor de $P(x)$ obtido é usado na equação do cálculo de maximização da função de log-verossimilhança marginal dada por

$$\ln L = \sum_i^n \ln P(x). \quad (11)$$

Maiores detalhes em Andrade *et. al* (2000).

Capítulo 3

Materiais e Métodos

3.1 - Metodologia

Plano de Coleta de dados

A coleta do banco de dados deu-se através da aplicação de um questionário a uma amostra de 210 alunos das disciplinas de Bioestatística, Estatística Aplicada e Probabilidade e Estatística do primeiro e segundo semestres de 2014. O questionário estava disponível em um *site* e, divulgando-o, os alunos voluntariamente acessaram a fim de respondê-lo. A primeira parte do questionário (Anexo) é composta de perguntas usuais sobre o perfil dos alunos e a segunda da Escala de Atitudes em relação à Estatística (EAE), validada e adaptada por Cazorla, Silva, Vendramini e Brito (1999), com base na escala de Brito (1998). Essa é uma escala do tipo Likert (composta de itens referentes a níveis de concordância) com 20 proposições, sendo 10 positivas e 10 negativas. Neste estudo, com os graduandos da UnB, cada proposição tem cinco possibilidades de respostas: discordo totalmente, discordo, indiferente, concordo e concordo totalmente.

Análise dos dados

As atitudes em relação à estatística dos estudantes foram estimadas através do Modelo de Resposta Gradual da Teoria de Resposta ao Item (TRI), visto que este modelo é adequado para a medição de traços latentes (processos causados pelo comportamento humano, como ansiedade, por exemplo) e é composto por itens politômicos e ordenados, utilizando-se o software R 3.1.0. Mais precisamente, o modelo a ser utilizado para a análise de dados será o Modelo de Resposta Gradual (GRM–*Gradel Response Model*) de Samejima (1969), no R, o pacote ltm, função GRM.

Capítulo 4

Resultados

4.1 – Análise Descritiva

210 graduandos que cursaram as disciplinas de serviço do Departamento de Estatística, no primeiro e segundo semestres de 2014, responderam ao questionário. Os dados abaixo apresentam um perfil dos respondentes, indicando idade, sexo e outras características.

| Estatística Aplicada | Probabilidade e Estatística | Bioestatística |
|----------------------|-----------------------------|----------------|
| 52 | 116 | 42 |

Tabela 1 – Quantidade de respondentes por disciplina

| Média | Mediana |
|-------|---------|
| 20,08 | 19.5 |

Tabela 2 – Idade (em anos)

| Média | Mediana |
|-------|---------|
| 3,952 | 4 |

Tabela 3 - Semestre

| Feminino | Masculino |
|----------|-----------|
| 103 | 107 |

Tabela 4 - Sexo

As tabelas acima apresentam um quadro geral do perfil dos respondentes. Observa-se uma quantidade maior de estudantes que cursam Probabilidade e Estatística, o que é esperado, já que esta disciplina abrange um número maior de cursos do que as demais. Além disso, a média de idade foi de um pouco acima de 20 anos e há uma maior quantidade de alunos cursando entre o terceiro e quarto

semestres já que, em boa parte das graduações, a disciplina de Estatística encontra-se nestes períodos por recomendação dos departamentos. Além disso, as frequências relativas por sexo foram bastante próximas, 49,05% de respondentes do sexo feminino e 50,95% de homens, aproximadamente.

O boxplot abaixo ilustra as medidas centrais da variável idade, indicando um valor máximo de 31 anos e mínimo de 17 anos entre os respondentes, com desvio padrão de aproximadamente 2,34 anos.

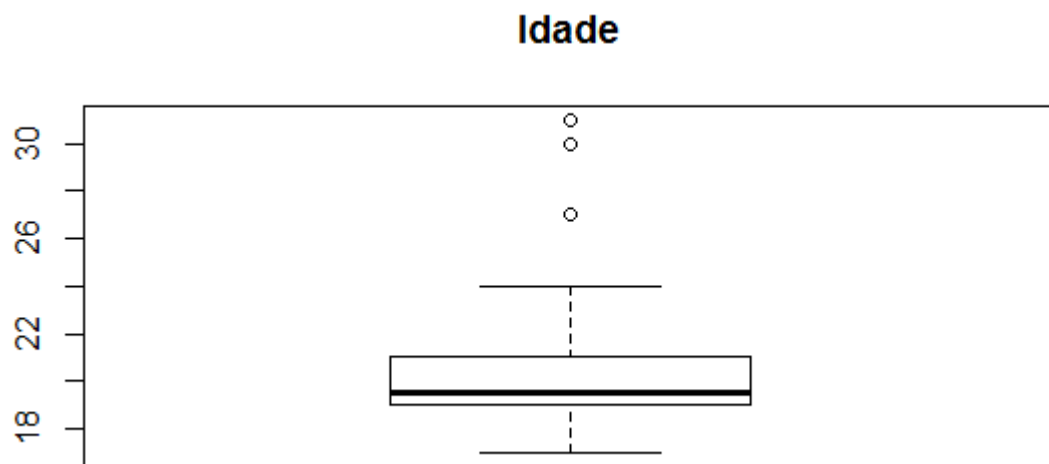


Figura 5 – Boxplot da variável Idade

Além disso, o gráfico abaixo (figura 6) apresenta a visão dos respondentes sobre a aplicabilidade da estatística em sua área de conhecimento:

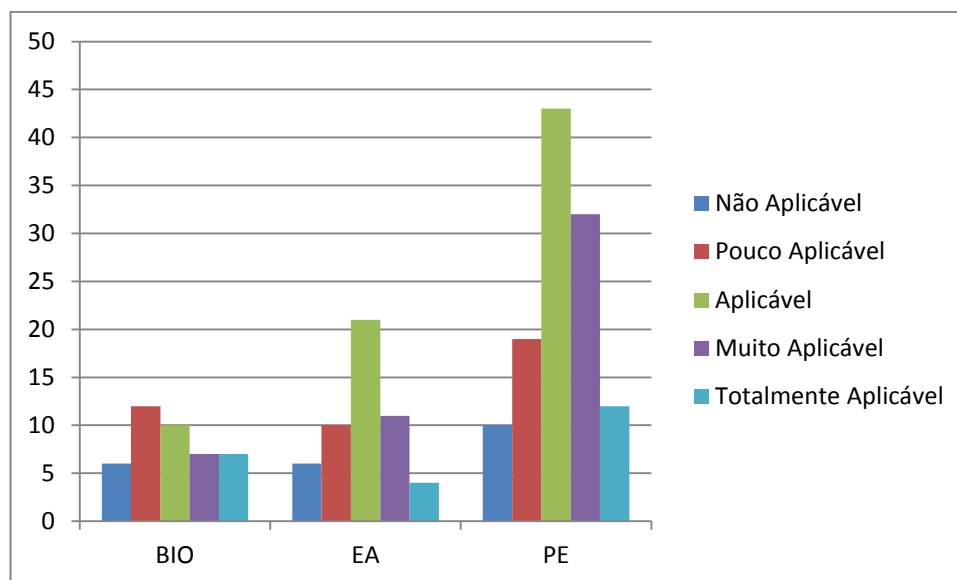


Figura 6 – Aplicabilidade da Estatística por disciplina cursada

Logo, podemos observar que a maioria dos estudantes que cursam a disciplina de Bioestatística afirma que essa área do conhecimento é pouco aplicável a sua vida acadêmica. Destes alunos, boa parte cursa Medicina Veterinária e Agronomia. Já os estudantes de Estatística Aplicada acreditam que a estatística é uma ciência aplicável às suas respectivas áreas de interesse. É importante ressaltar que esta disciplina de serviço atinge uma gama maior e diversa de cursos de graduação, e dos respondentes, temos estudantes de Relações Internacionais, Geografia, Gestão de Agronegócios, entre outros. Por fim, os discentes de Probabilidade e Estatística apresentam uma diversidade maior nas respostas. Observa-se uma quantidade significativa de escolha das categorias ‘Muito aplicável’ e ‘Totalmente Aplicável’ em comparação as demais disciplinas, o que é bem explicado pelo fato de tais respondentes serem em sua maioria de cursos da área de exatas, tais como Matemática, Engenharia Civil, Engenharia Mecatrônica, dentre outras.

Por fim, o gráfico abaixo (figura 7) apresenta a quantidade de estudantes por disciplina que cursam a matéria pela primeira vez:

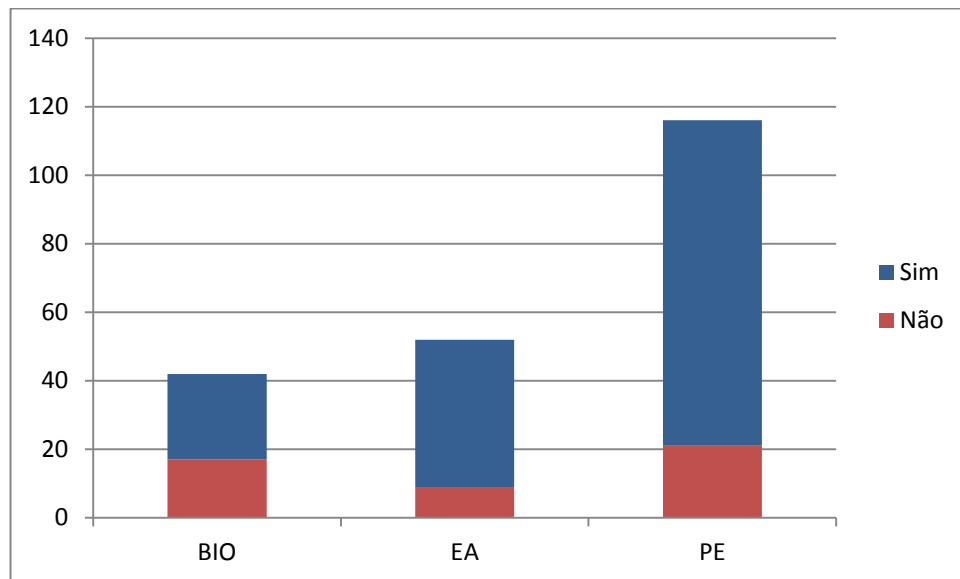


Figura 7 - Quantidade de alunos que cursam pela primeira vez por disciplina

Podemos observar que dos 210 estudantes, 163 estão cursando a disciplina de Estatística pela primeira vez, não indicando ter reprovado, trancado ou abandonado a matéria anteriormente.

Remetendo-se aos primeiros resultados referentes aos itens presentes na Escala de Atitudes em relação à Estatística (Anexo), a tabela abaixo (tabela 5) expõe as porcentagens das diferentes opiniões em relação a cada item por disciplina cursada. As porcentagens de coloração azul são referentes a disciplina de Estatística Aplicada, vermelho e laranja referem-se a Bioestatística e Probabilidade e Estatística, respectivamente. Estes destaques são para as maiores porcentagens (frequências) de escolha dos alunos para cada categoria (Discordo...) por item.

| | Discordo Totalmente | | | Discordo | | | Indiferente | | | Concordo | | | Concordo Totalmente | | |
|---------|---------------------|-------|--------|----------|--------|--------|-------------|--------|--------|----------|-------|--------|---------------------|-------|-------|
| | BIO | EA | PE | BIO | EA | PE | BIO | EA | PE | BIO | EA | PE | BIO | EA | PE |
| item 1 | 4,29% | 9,05% | 11,43% | 11,43% | 9,05% | 31,43% | 2,86% | 3,33% | 7,62% | 1,43% | 1,43% | 4,76% | 0,00% | 1,90% | 0,00% |
| item 2 | 5,24% | 3,81% | 13,81% | 6,67% | 9,05% | 21,90% | 1,43% | 7,62% | 12,38% | 4,76% | 2,38% | 6,19% | 1,90% | 1,90% | 0,95% |
| item 3 | 0,95% | 2,86% | 0,00% | 5,71% | 9,05% | 4,76% | 6,19% | 0,95% | 14,29% | 3,33% | 9,52% | 30,95% | 3,81% | 2,38% | 5,24% |
| item 4 | 4,29% | 4,76% | 2,86% | 5,24% | 7,62% | 5,71% | 6,19% | 7,62% | 20,00% | 4,29% | 3,81% | 23,81% | 0,00% | 0,95% | 2,86% |
| item 5 | 1,90% | 3,81% | 5,71% | 8,57% | 7,14% | 12,38% | 5,71% | 10,00% | 22,86% | 3,81% | 3,81% | 13,33% | 0,00% | 0,00% | 0,95% |
| item 6 | 4,29% | 2,86% | 7,62% | 7,62% | 9,52% | 23,81% | 1,90% | 4,29% | 14,29% | 5,24% | 4,76% | 8,57% | 0,95% | 3,33% | 0,95% |
| item 7 | 4,29% | 5,24% | 8,57% | 8,57% | 7,62% | 27,14% | 2,38% | 5,71% | 9,52% | 3,33% | 3,81% | 7,14% | 1,43% | 2,38% | 2,86% |
| item 8 | 5,24% | 2,38% | 13,81% | 9,05% | 11,43% | 28,10% | 3,33% | 5,24% | 11,43% | 2,38% | 4,76% | 1,90% | 0,00% | 0,95% | 0,00% |
| item 9 | 0,00% | 1,90% | 0,95% | 4,76% | 5,71% | 5,71% | 4,76% | 4,76% | 15,24% | 7,62% | 9,52% | 25,71% | 2,86% | 2,86% | 7,62% |
| item 10 | 5,71% | 5,24% | 15,24% | 5,24% | 8,10% | 28,57% | 3,81% | 6,19% | 6,19% | 4,29% | 4,29% | 3,81% | 0,95% | 0,95% | 1,43% |
| item 11 | 1,90% | 5,24% | 2,38% | 6,67% | 7,62% | 8,10% | 7,14% | 6,19% | 18,10% | 3,33% | 7,14% | 18,10% | 0,95% | 0,95% | 8,57% |
| item 12 | 4,29% | 5,24% | 16,67% | 6,19% | 8,57% | 21,43% | 6,67% | 7,14% | 11,90% | 2,86% | 0,95% | 4,29% | 0,00% | 1,90% | 0,95% |
| item 13 | 5,71% | 5,24% | 8,10% | 4,29% | 6,67% | 23,33% | 3,33% | 3,33% | 10,48% | 6,67% | 8,57% | 11,90% | 0,00% | 0,95% | 1,43% |
| item 14 | 1,90% | 5,24% | 5,24% | 4,29% | 7,62% | 8,10% | 8,10% | 9,05% | 20,00% | 4,29% | 3,33% | 19,05% | 1,43% | 0,95% | 2,86% |
| item 15 | 7,62% | 5,24% | 5,24% | 5,71% | 6,67% | 15,24% | 2,86% | 11,43% | 17,62% | 2,38% | 4,29% | 15,24% | 1,43% | 0,00% | 1,90% |
| item 16 | 1,43% | 5,24% | 9,05% | 8,57% | 10,95% | 18,57% | 3,33% | 5,71% | 15,71% | 6,67% | 5,71% | 10,00% | 0,00% | 0,95% | 1,90% |
| item 17 | 9,52% | 5,24% | 19,05% | 2,86% | 17,62% | 22,38% | 2,86% | 0,95% | 9,52% | 4,76% | 0,48% | 2,38% | 0,00% | 0,95% | 1,90% |
| item 18 | 10,95% | 5,24% | 13,33% | 4,76% | 10,48% | 25,71% | 2,86% | 3,33% | 15,24% | 1,43% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,95% | 0,95% |
| item 19 | 1,90% | 5,24% | 2,86% | 8,57% | 7,62% | 7,62% | 4,29% | 8,10% | 19,05% | 3,81% | 7,14% | 24,76% | 1,43% | 0,00% | 0,95% |
| item 20 | 1,90% | 5,24% | 2,86% | 7,14% | 6,67% | 10,48% | 5,24% | 6,19% | 17,14% | 3,33% | 8,10% | 20,00% | 2,38% | 0,95% | 4,76% |

Tabela 5 – Frequências de categorias de respostas por item

4.2 – Teste Qui-Quadrado

É possível notar através da tabela 5 que há grande diferença entre a opinião de estudantes de Bioestatística, Estatística Aplicada e Probabilidade e Estatística para os itens 4 (“A Estatística é fascinante e divertida”) e 19 (“Eu me sinto tranquilo em Estatística e gosto muito dessa matéria”).

Para melhor visualização, seguem abaixo os gráficos dos respectivos itens:

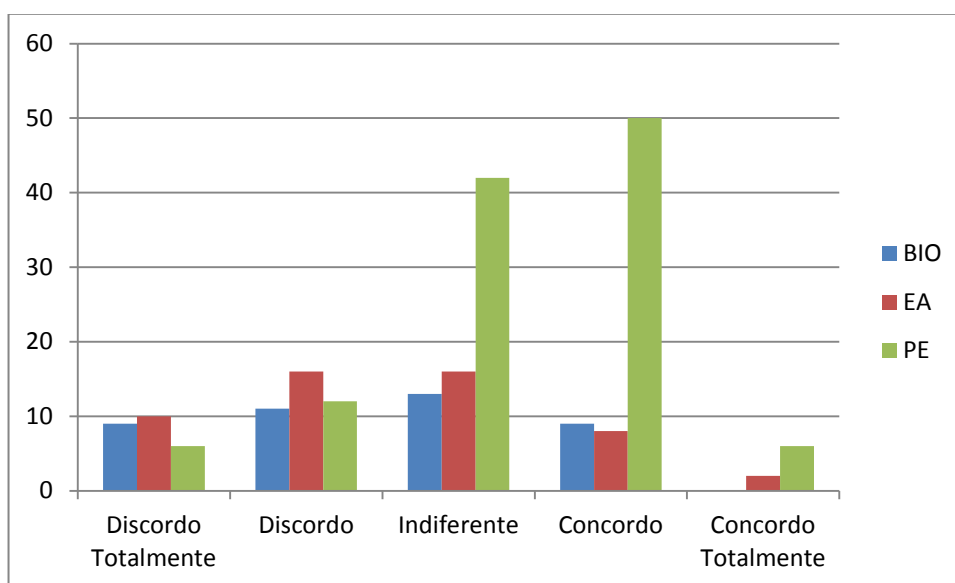


Figura 8 – Categorias de resposta do Item 4 por disciplina

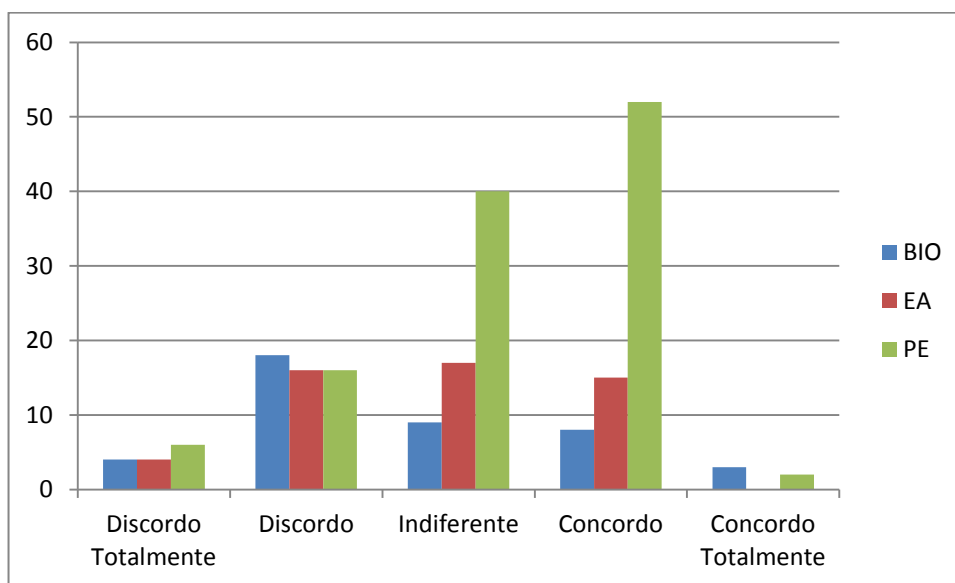


Figura 9 – Categorias de resposta do Item 19 por disciplina

Para confirmar se há diferença entre as disciplinas foi contabilizada cada opinião como um escore de 1 a 5 para as respectivas opiniões e aplicado o Teste Qui Quadrado para independência entre variáveis. Este teste é utilizado para descobrir se há uma associação entre a variável da linha (disciplina) e coluna variável (opinião) em uma tabela de contingência construída a partir dos dados da amostra. Tem-se então a hipótese:

Ho: Disciplina e Opinião são independentes

Ha: Disciplina e Opinião não são independentes

A estatística é dada por

$$Q_{obs}^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}, \quad (12)$$

em que:

$$E_{ij} = \frac{n_{i.} n_{.j}}{n}, \quad i = 1, \dots, r \quad \text{e} \quad j = 1, \dots, c$$

$$O_{ij} = (O_{11}, \dots, O_{rc})$$

em que tem uma distribuição assintótica Qui-Quadrado com $(r - 1)(c - 1)$ graus de liberdade. Pela estatística χ^2 podemos entender qual a região crítica do teste de independência.

Abaixo, seguem as tabelas de valores observados e esperados para os itens 4 e 19, respectivamente:

| | Discordo Totalmente | Discordo | Indiferente | Concordo | Concordo Totalmente | Total |
|-------|---------------------|----------|-------------|----------|---------------------|-------|
| BIO | 9 | 11 | 13 | 9 | 0 | 42 |
| EA | 10 | 16 | 16 | 8 | 2 | 52 |
| PE | 6 | 12 | 42 | 50 | 6 | 116 |
| Total | 25 | 39 | 71 | 67 | 8 | 210 |

Tabela 6 – Valores observados para o item 4

| | Discordo Totalmente | Discordo | Indiferente | Concordo | Concordo Totalmente | Total |
|-------|---------------------|----------|-------------|----------|---------------------|-------|
| BIO | 4 | 18 | 9 | 8 | 3 | 42 |
| EA | 4 | 16 | 17 | 15 | 0 | 52 |
| PE | 6 | 16 | 40 | 52 | 2 | 116 |
| Total | 14 | 50 | 66 | 75 | 5 | 210 |

Tabela 7 – Valores observados para o item 19

| | Discordo Totalmente | Discordo | Indiferente | Concordo | Concordo Totalmente | Total |
|-------|---------------------|----------|-------------|----------|---------------------|-------|
| BIO | 5 | 7,8 | 14,2 | 13,4 | 1.6 | 42 |
| EA | 6,2 | 9,7 | 17,6 | 16,6 | 1.98 | 52 |
| PE | 13.8 | 21,5 | 39,2 | 37 | 4.42 | 116 |
| Total | 25 | 39 | 71 | 67 | 8 | 210 |

Tabela 8 – Valores esperados para o item 4

| | Discordo Totalmente | Discordo | Indiferente | Concordo | Concordo Totalmente | Total |
|-------|---------------------|----------|-------------|----------|---------------------|-------|
| BIO | 2,8 | 10 | 13,2 | 15 | 1 | 42 |
| EA | 3.47 | 12,38 | 16,35 | 18,57 | 1,24 | 52 |
| PE | 17,73 | 27,62 | 36,45 | 41,43 | 2,76 | 116 |
| Total | 14 | 50 | 66 | 75 | 5 | 210 |

Tabela 9 – Valores esperados para o item 19

Tal teste não se aplica se 20% das observações forem inferiores a 5. Nota-se a presença de valores esperados inferiores a este valor, porém, como não chegam a tal porcentagem, aplica-se o teste nesse caso. Os p-valores observados foram iguais a 0,04 para o item 4 e 0.0008 para o item 19, o que indica a rejeição da hipótese nula a um nível de significância igual a 5%, ou seja, as variáveis não são independentes. Além disso, recorrendo ao método de Monte Carlo, visto a presença dos baixos valores esperados, obteve-se p-valor igual a 0.00049, o que leva de fato a rejeição da hipótese nula com 95% de confiança.

4.3 – Teoria de Resposta ao Item

Neste capítulo serão apresentados os resultados da estimação dos parâmetros da TRI aplicada ao conjunto de respostas dos 210 alunos participantes do estudo. O modelo utilizado para a análise dos dados foi o Modelo de Resposta Gradual de Samejima (MRG). Tal modelo é adequado para analisar os dados de atitudes em relação à estatística visto que a escala é composta de respostas politômicas e ordenadas. Existem dois pressupostos teóricos para este modelo: unidimensionalidade e independência local.

Os parâmetros foram estimados com o auxílio do pacote *ltm*, do software R, versão 3.1.0. A Tabela 6 apresenta os resultados da estimação dos parâmetros para cada um dos 20 itens:

| Item | Parâmetro de discriminação (a_i) | $b_{i,1}$ | $b_{i,2}$ | $b_{i,3}$ | $b_{i,4}$ |
|------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1,699 | -1,067 | 0,958 | 1,830 | 3,068 |
| 2 | 2,784 | -0,953 | 0,214 | 1,021 | 2,044 |
| 3 | 2,914 | 1,944 | 0,791 | 0,045 | -1,465 |
| 4 | 1,940 | 1,519 | 0,630 | -0,574 | -2,556 |
| 5 | 2,228 | 1,508 | 0,254 | -1,058 | -3,317 |
| 6 | 1,263 | -1,816 | 0,166 | 1,155 | 2,841 |
| 7 | 0,987 | -1,958 | 0,384 | 1,419 | 2,955 |
| 8 | 2,040 | -1,124 | 0,610 | 1,665 | 3,436 |
| 9 | 2,939 | 2,164 | 0,996 | 0,050 | -1,408 |
| 10 | 1,464 | -1,071 | 0,636 | 1,493 | 3,000 |
| 11 | 2,177 | 1,790 | 0,570 | -0,544 | -1,749 |
| 12 | 2,349 | -0,860 | 0,320 | 1,557 | 2,476 |
| 13 | 1,129 | -1,727 | -0,001 | 0,869 | 3,856 |
| 14 | 3,500 | 1,357 | 0,508 | -0,646 | -1,889 |
| 15 | 3,083 | 1,189 | 0,121 | -0,882 | -2,314 |
| 16 | 1,499 | -1,900 | -0,101 | 0,964 | 3,081 |
| 17 | 1,727 | -0,739 | 0,863 | 1,696 | 2,735 |
| 18 | 0,909 | 0,755 | -1,557 | -4,206 | -4,899 |
| 19 | 3,253 | 1,647 | 0,513 | -0,533 | -2,466 |
| 20 | 3,889 | 1,554 | 0,441 | -0,478 | -1,597 |

Tabela 10 – Parâmetros dos itens (discriminação e dificuldade)

O poder de discriminar sujeitos com magnitudes distintas no traço latente avaliado é uma das características que refletem a qualidade de um item. A análise de cada item da Escala de Atitudes em relação à Estatística mostrou o parâmetro de

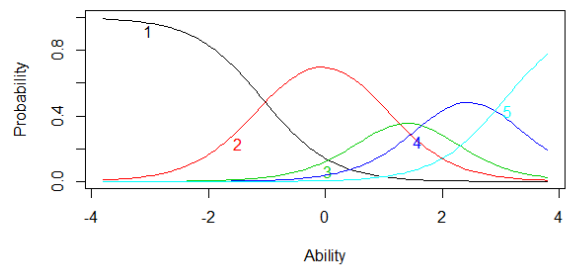
discriminação (a_i) variando entre 0,909 (item 18) e 3.889 (item 20), conforme consta na tabela acima. De acordo com Hambleton e Swaminathan (1991), itens com $a_i \geq 1$ apresentam bom poder de discriminação. Itens com parâmetro negativo não são esperados, pois indicariam que a probabilidade de responder corretamente ao item diminui com o aumento da habilidade. De acordo com as categorias sugeridas por Baker (2001), o nível de discriminação dos itens variou de moderado (0,65 a 1,34) a muito alto (1,70 ou mais).

Os itens 20 (“Eu tenho uma reação definitivamente positiva com relação à Estatística: Eu gosto e aprecio essa matéria”) e 14 (“Eu gosto realmente de Estatística”) são os que melhor discriminam a população quanto ao traço latente.

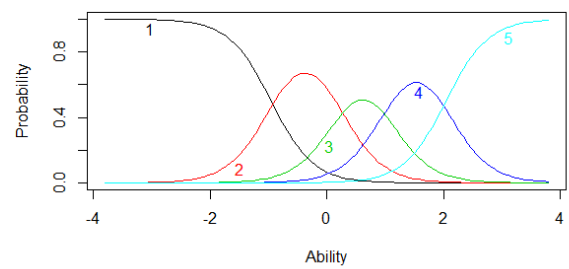
Já os itens 18 (“Eu fico mais feliz na aula de Estatística do que na aula de qualquer outra matéria”) e 7 (“Eu tenho sensação de insegurança quando me esforço em Estatística”) são os que menos discriminam a população quanto ao traço latente, no caso, atitudes desfavoráveis (negativas) em relação à estatística.

As figuras a seguir apresentam as Curvas Características para cada um dos 20 itens formadores do questionário aplicado. Em cada gráfico estão dispostas as curvas das cinco alternativas de resposta. É importante ressaltar que os itens indicadores de atitudes positivas são: 3, 4, 5, 9, 11, 14, 15, 18, 19 e 20. Já os itens 1, 2, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 16 e 17, indicam atitude negativa em relação à estatística.

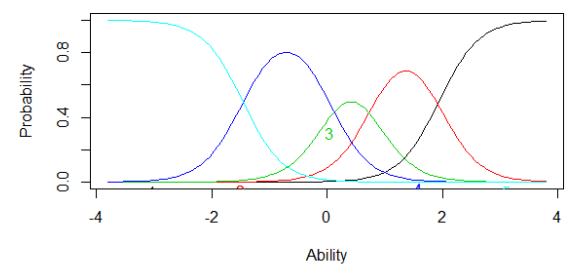
Item Response Category Characteristic Curves - Item: i1



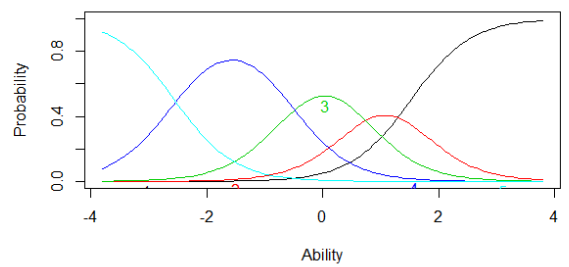
Item Response Category Characteristic Curves - Item: i2



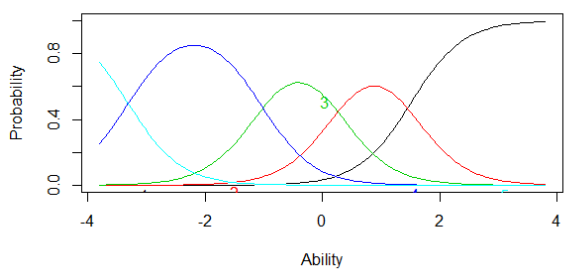
Item Response Category Characteristic Curves - Item: i3



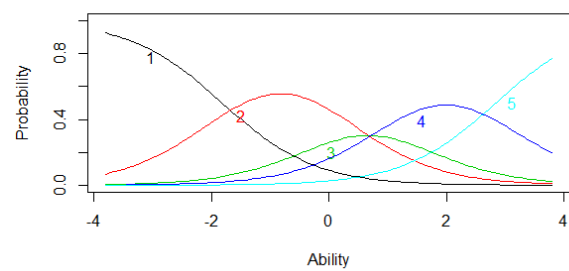
Item Response Category Characteristic Curves - Item: i4



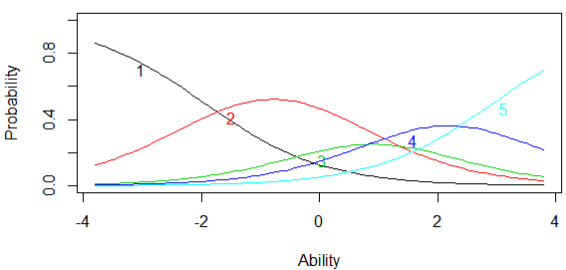
Item Response Category Characteristic Curves - Item: i5



Item Response Category Characteristic Curves - Item: i6



Item Response Category Characteristic Curves - Item: i7



Item Response Category Characteristic Curves - Item: i8

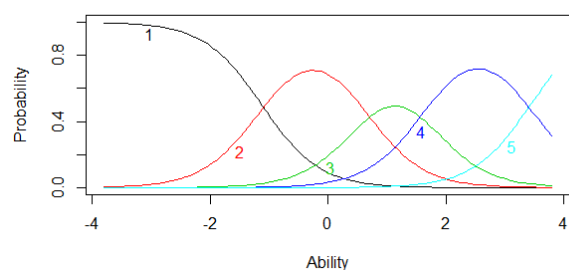


Figura 10 – Curvas Características dos Itens 1 ao 8

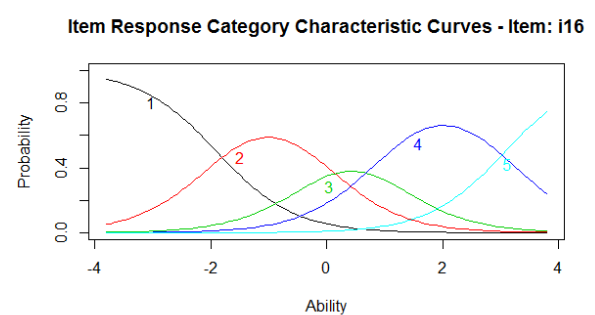
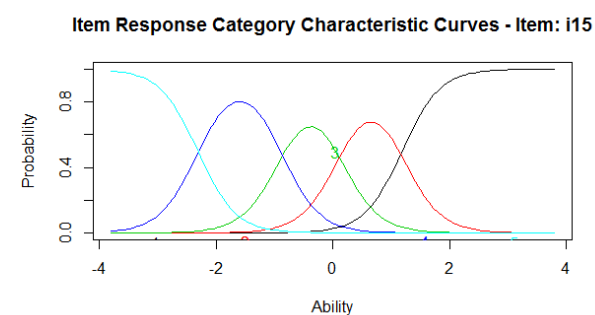
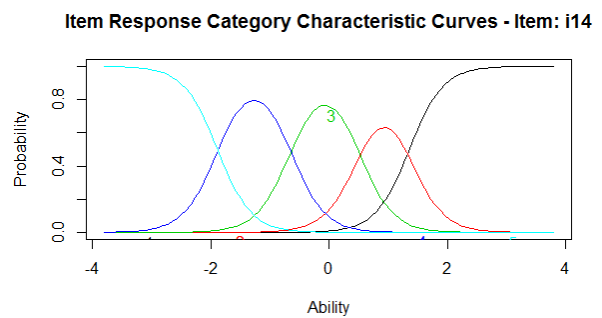
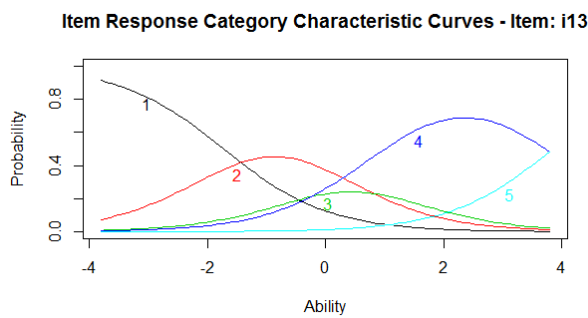
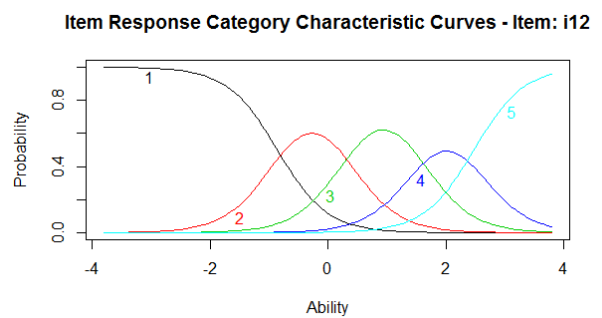
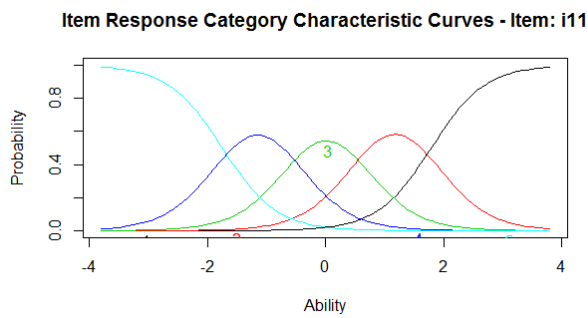
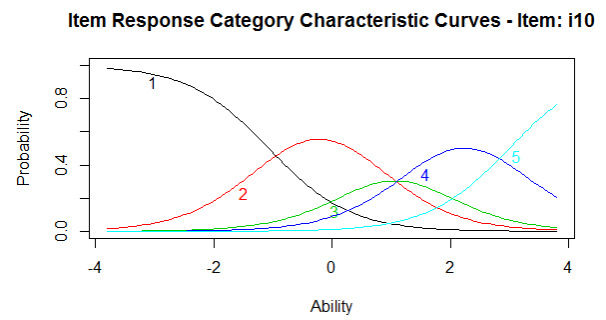
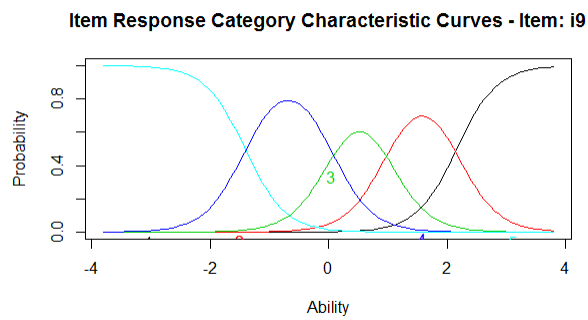


Figura 11 – Curvas Características dos Itens 9 a 16

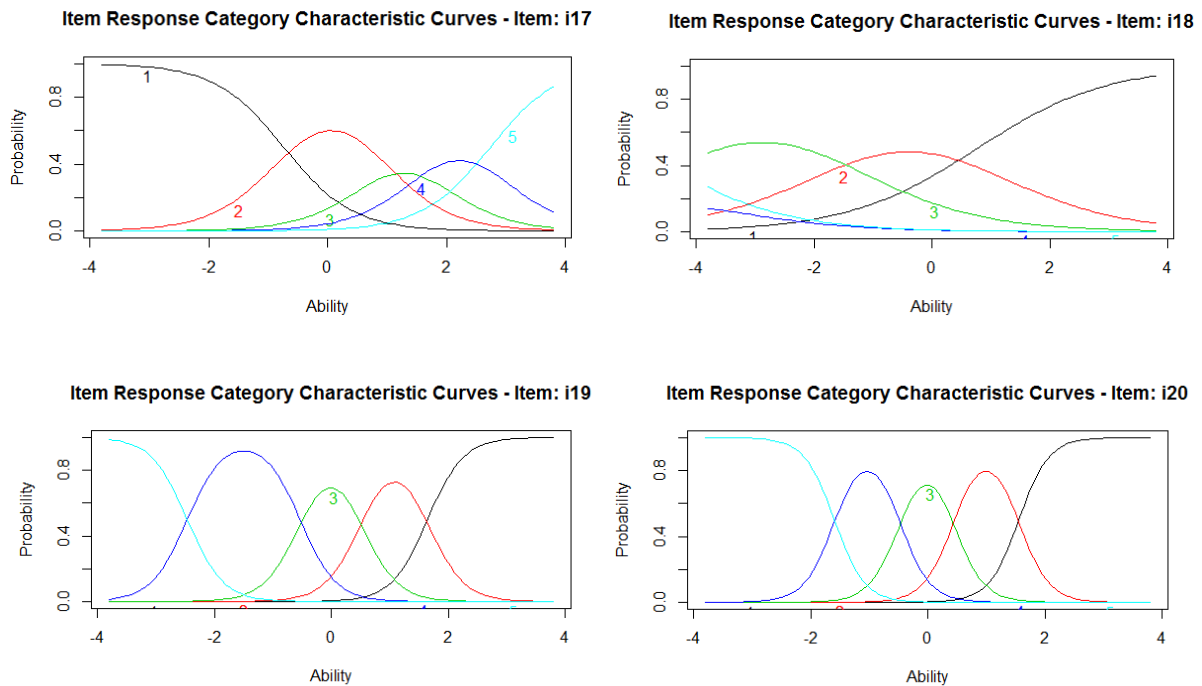


Figura 12 - Curvas Características dos Itens 17 a 20

É importante lembrar que o eixo horizontal corresponde à latência (atitude desfavoráveis em relação à estatística) e o eixo vertical corresponde a uma probabilidade. Logo, para cada latência há uma probabilidade de se responder 1, 2, 3, 4 ou 5, escala de “discordo totalmente” até “concordo totalmente”, respectivamente. Neste conjunto de itens é possível identificar que alguns são mais discriminantes que outros. O ideal é que as curvas apresentem comportamentos distintos ao longo da escala de habilidade, ou seja, ser possível observar que indivíduos com distintos níveis de habilidade tenham tendência a escolher diferentes alternativas de resposta.

Através das curvas é possível observar que o item 20 (“Eu tenho uma reação definitivamente positiva com relação à Estatística: Eu gosto e aprecio essa matéria”), por exemplo, é mais discriminante que o item 18 (“Eu fico mais feliz na aula de Estatística do que na aula de qualquer outra matéria”), pois as probabilidades de resposta (1,2,3,4 ou 5) estão melhor divididas no item 20.

Dentre os itens formadores do questionário, o item 20 talvez seja o que mais representa o conceito de atitude em relação à estatística. É possível notar que as curvas características encontram-se bem distintas.

Item Response Category Characteristic Curves - Item: i20

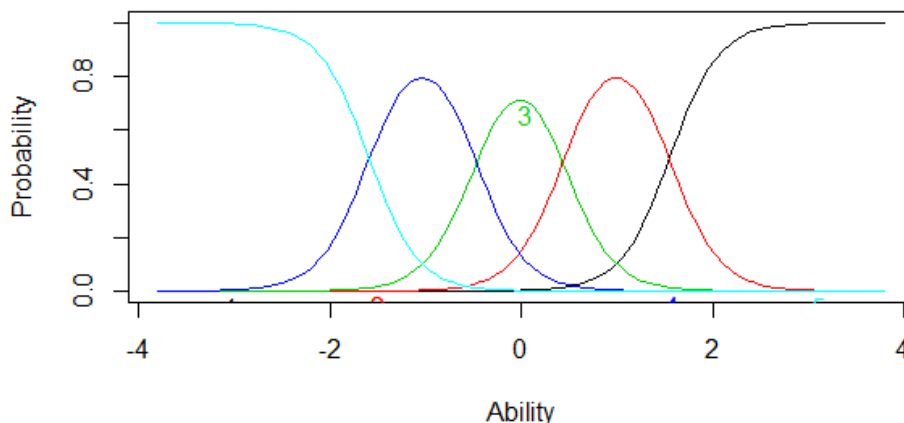


Figura 13 - Curva Característica do Item 20

Indivíduos com habilidade (atitude negativa) até -1,6 tem maior probabilidade de responder apenas a categoria 5, ou seja, concordar totalmente. Já os indivíduos com habilidades entre -1,6 e aproximadamente -0,48 tem mais chance de alcançarem a categoria 4 (Concordo). Para habilidades entre -0,48 e 0,45 a maior probabilidade é que os indivíduos respondam a categoria 3 (Indiferente). Já para aquelas entre 0,45 e 1,56 há maior probabilidade de se optar pela categoria 2, ou seja, discordar. Por fim, os estudantes com habilidade acima de 1,6 devem alcançar a primeira categoria de resposta (Discordar totalmente). Logo, para este item, quanto maior a habilidade de se ter uma atitude negativa em relação à estatística, maior é a probabilidade de se discordar totalmente com o fato de gostar e apreciar esta matéria.

As estimativas do parâmetro de dificuldade do item (b_i) estão na mesma escala que as estimativas do traço latente (θ). O parâmetro θ representa o nível de atitudes em relação à estatística, traço latente que pode assumir, teoricamente, qualquer valor. Necessita-se, portanto, estabelecer uma origem e unidade de medida para definir a escala de atitudes. Os valores são determinados de forma a representar, respectivamente, a média e o desvio padrão das atitudes dos estudantes. Neste estudo utilizou-se uma escala com média igual a zero ($\mu = 0$) e desvio padrão igual a 1 ($\sigma = 1$). É válido ressaltar também que os valores referentes a este nível de atitudes não tem significado prático, interessando somente as

relações existentes entre seus pontos. As estimativas dos parâmetros do traço latente variaram de -2.7 a 3.34, distribuídos conforme a figura 14.

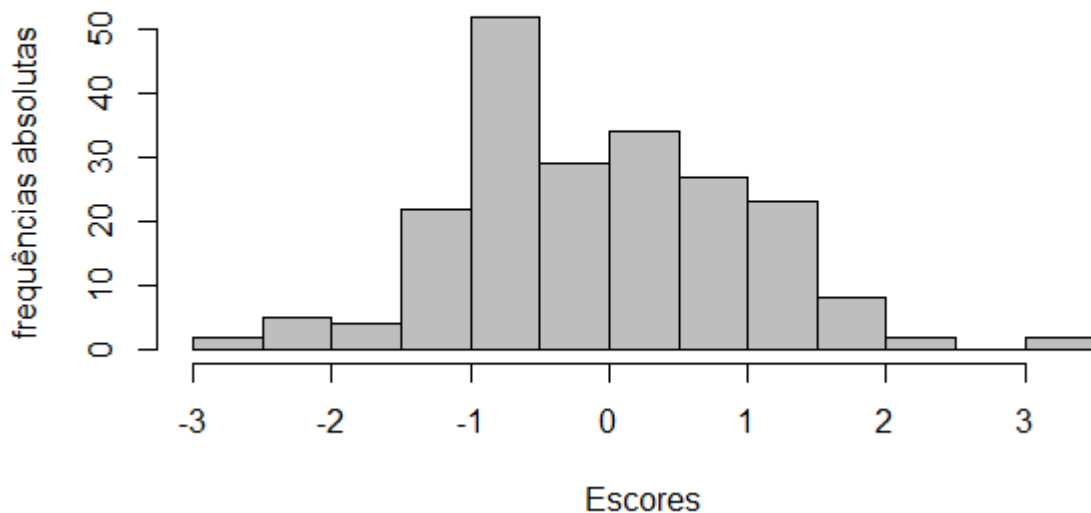


Figura 14 - Histograma dos Escores Latentes

A Curva de Informação dos Itens expressa quanto o item é discriminante em relação ao traço latente. Além disso, é interessante comparar como as Curvas Características refletem nas Curvas de Informação. A figura 15 mostra que os itens com alta informação foram os itens 20 (curva azul) e 14 (curva rosa), ou seja, estes itens são os que melhor informam. Em contrapartida, os itens 18 (curva vermelha) e 7 (curva amarela) são os que menos tem poder de informação. Os itens que possuem baixo grau de informação, de forma geral, apresentam curvas das diferentes categorias não tão bem divididas ao longo do eixo de latência, diferentemente daquelas que possuem bom grau de informação.

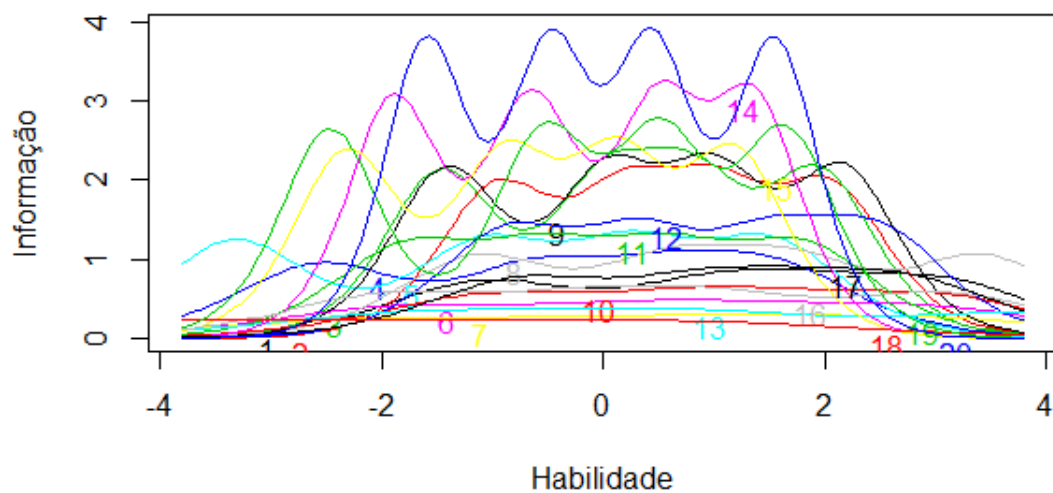


Figura 15 - Curva de Informação dos Itens

Para melhor visualização, segue as curvas de informação agrupadas de cinco em cinco itens.

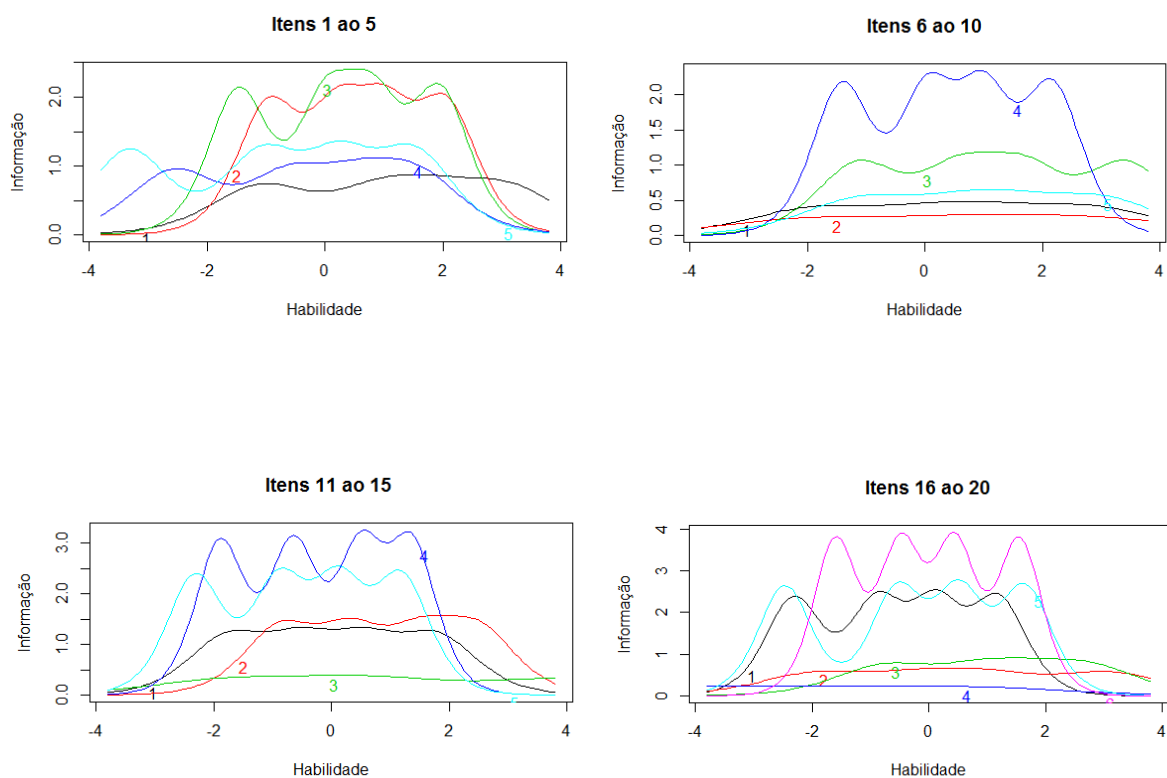


Figura 16 – Curva de Informação a cada cinco itens

Além disso, o gráfico abaixo (figura 17) expressa a Função de Informação do Teste, na qual, baseando-se em todos os itens, apresenta 96,93% do total de informação.

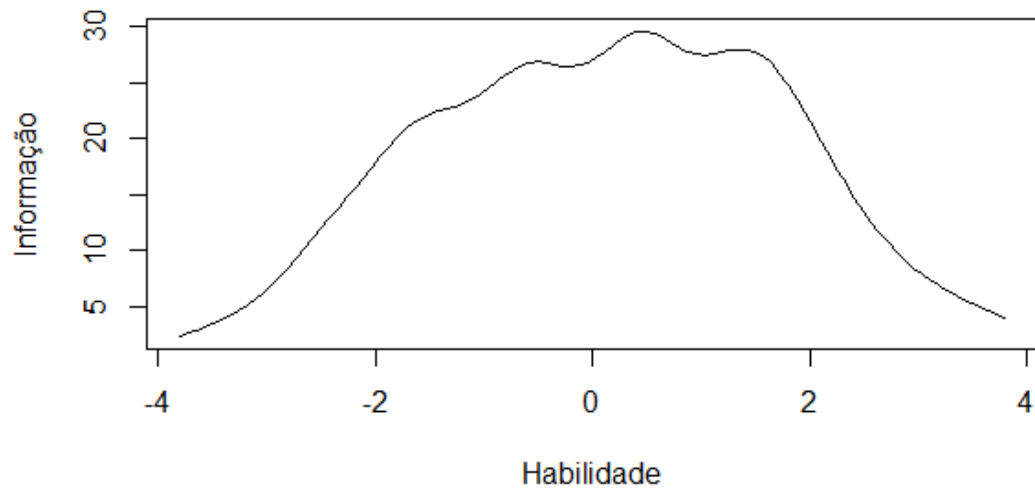


Figura 17 - Função de Informação do Teste

Na tabela 11 estão discriminados os níveis de acordo com suas respectivas latências.

| θ | b1 - Discordo | b2 - Indiferente | b3 - Concordo | b4- Conc. Totalmente |
|----------|-------------------------|-------------------------------------------|------------------|------------------------|
| -5,0 | | | | 18 |
| -4,5 | | | 18 | |
| -4,0 | | | | |
| -3,5 | | | | 5 |
| -3,0 | | | | |
| -2,5 | | | | 4 , 15 , 19 |
| -2,0 | 6 , 7 , 13 , 16 | | | 11 , 14 |
| -1,5 | 8 | 18 | | 3 , 9 , 20 |
| -1,0 | 1 , 2 , 10 , 17 | 12 | 5 , 14 , 15 | |
| -0,5 | | 16 | 4 , 11 , 19 , 20 | |
| 0,0 | | 13 | 9 | |
| | | 2 , 5 , 6 , 7 , 12 , 14 , 15 , 19 , 20 | 3 | |
| 0,5 | | | | |
| 1,0 | 18 | 1 , 3 , 4 , 8 , 9 , 10 , 11 , 17 | 2 , 13 , 16 | |
| 1,5 | 4 , 5 , 14 , 15 , 20 | | 6 , 7 , 10 , 12 | |
| 2,0 | 3 , 11 , 19 | | 1 , 8 , 17 | 2 |
| 2,5 | 9 | | | 12 |
| 3,0 | | | | 1 , 6 , 7 , 10 , 17 |
| 3,5 | | | | 8 , 16 |
| 4,0 | | | | 13 |

Tabela 11 – Itens por escores de latência e dificuldade (aproximados)

Pode-se notar que o item 13 (“Eu encaro a Estatística com um sentimento de indecisão, que é resultado do medo de não ser capaz em Estatística”) quando respondida “Concordo Totalmente” aponta os estudantes com o maior traço latente (atitudes negativas). Também se observa que para a maioria dos itens, possuir traço latente moderado é suficiente para se optar pela categoria “Indiferente”.

4.3.1 – Análise dos Escores

A figura 18 apresenta os boxplots dos escores por disciplinas de serviço do Departamento de Estatística da Universidade de Brasília.

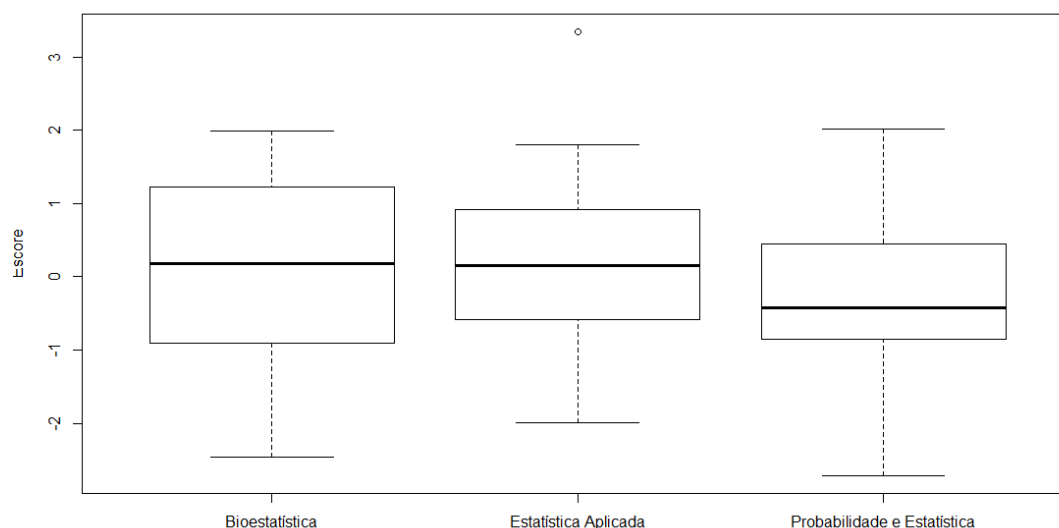


Figura 18 – Boxplots dos escores latentes por disciplina

Para verificar se a análise TRI fornecia indícios de diferença no nível de atitudes em relação à estatística entre alunos de disciplinas distintas foi procedida a Análise de Variância com a atitude sendo estimada através do escore latente. O resultado geral da ANOVA (tabela 12) indicou um valor da estatística F igual a 4,848. Quanto maior o valor de F, maior é a diferença entre os grupos. O valor p obtido foi igual a 0,008, ou seja, a um nível de significância igual a 5%, há uma diferença significativa entre os grupos (disciplinas). Agora, a fim de determinar quais grupos são significativamente diferentes entre si foi realizado o teste post-hoc de Tukey (tabela 13). Tal teste indicou que há diferença significativa entre as matérias Estatística Aplicada e Probabilidade e Estatística (p-valor igual a 0,01).

| | GL | SQM | QM | Valor F | P Valor |
|------------|-----|--------|-------|---------|---------|
| Disciplina | 2 | 10,15 | 5,076 | 4,848 | 0,00875 |
| Resíduos | 207 | 216,72 | 1,047 | | |

Tabela 12 – ANOVA

| | diff | lwr | upr | P valor |
|----------|-------|-------|-------|---------|
| EA - BIO | 0,11 | -0,38 | 0,61 | 0,84 |
| PE - BIO | -0,37 | -0,8 | 0,06 | 0,11 |
| PE - EA | -0,49 | -0,89 | -0,08 | 0,01 |

Tabela 13 – Teste de Tukey

As figuras abaixo apresentam boxplots para o escore latente pelas variáveis sexo, primeira ou não vez que cursa a disciplina e percepção de desempenho.

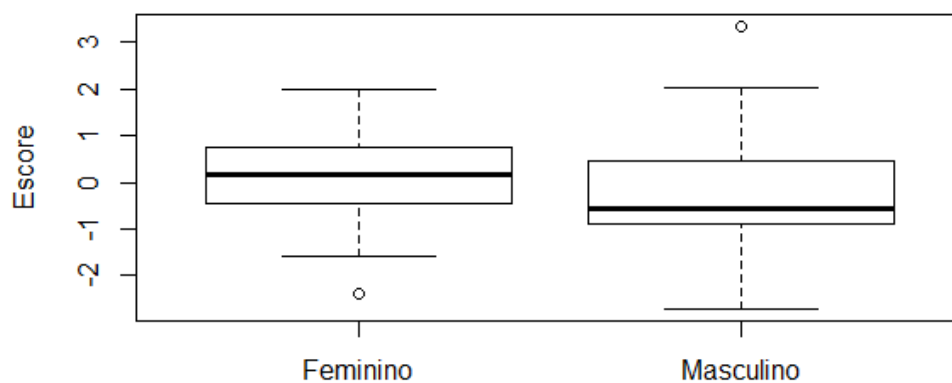


Figura 19 – Boxplots dos escores latentes por sexo

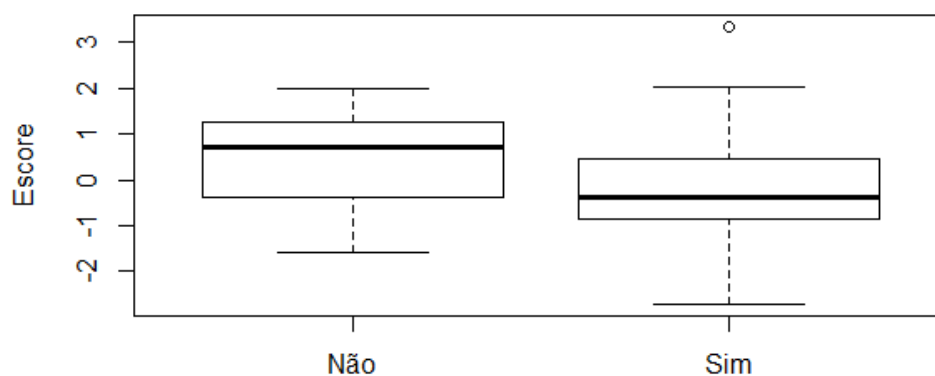


Figura 20 – Boxplots dos escores latentes por 'vez'

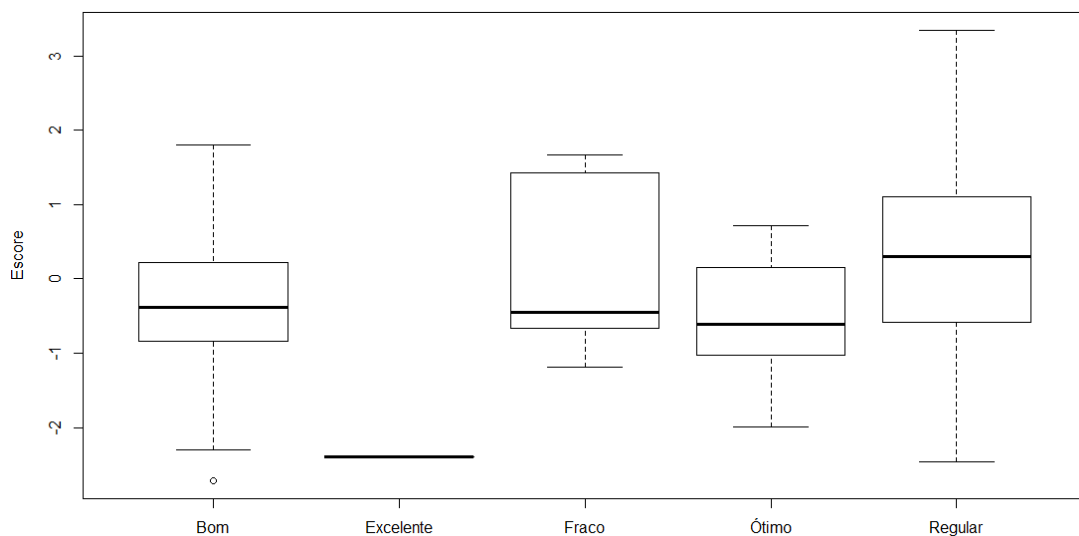


Figura 21 – Boxplots dos escores latentes por percepção de desempenho

Através dos gráficos é possível ter uma percepção geral dos escores latentes segundo características dos respondentes. No que se remete ao sexo, dado o equilíbrio no quantitativo de homens e mulheres na amostra (tabela 4), nota-se que há uma maior amplitude de escores para os estudantes do sexo masculino. Já para a variável referente a ser ou não a primeira vez que se cursa a disciplina, é notório que os graduandos respondentes de “Não é a primeira vez” possuem traços latentes maiores, ou seja, atitudes negativas e desfavoráveis à estatística. Por fim, a percepção de desempenho pelos estudantes até meados do semestre tende a influenciar de forma significativa no escore latente do estudante. A opção de resposta de desempenho “regular” indica amplitude significativamente maior que as demais categorias. Este fato é esperado uma vez que essa questão referente ao desempenho é uma auto percepção ainda durante o semestre, não sendo baseada, necessariamente, na menção (ou nota) final obtida na disciplina.

Capítulo 5

Considerações Finais

A discussão sobre a inserção da estatística e probabilidade no currículo de Matemática desde os anos iniciais da escola básica e as possíveis relações com a formação de professores, que atuam nesse nível de ensino, tem sido bastante desenvolvida atualmente. As propostas curriculares tem procurado justificar a importância e relevância desses temas na formação dos estudantes, elucidando o que eles devem conhecer e os procedimentos que devem desenvolver para uma aprendizagem significativa. O estudo de Estatística torna-se uma importante ferramenta ao cidadão nos dias de hoje e em tempos futuros, delegando aos discentes não só o compromisso de ensinar o domínio dos números, mas também a organização de dados, leitura de gráficos e análises estatísticas.

O principal objetivo deste estudo foi analisar as atitudes em relação à estatística de estudantes universitários, uma vez que a compreensão da importância dessa ciência pode ter influência nos rumos do ensino-aprendizado. Dentre as escalas existentes, a escolha da Escala de Atitudes em relação à Estatística (EAE) deve-se ao fato de apresentar alta consistência em estudos anteriores e ser a única em língua portuguesa.

Tentar amenizar a predisposição desfavorável que diversos alunos têm em relação às disciplinas de estatística é um desafio do qual diversas análises, e também a do presente estudo, corroboram. Os resultados mostram a presença de atitudes negativas e revelam a o sentimento de indecisão e medo de não ser capaz de boa parte dos alunos em relação às obrigações a serem desenvolvidas durante o curso e também ao uso no futuro.

Através de instrumentos de avaliação, como a EAE, tem-se uma análise e diagnóstico inicial da atitude dos alunos e predisposição à disciplina, podendo auxiliar docentes e instituições na criação de ações estratégicas a fim de melhorar o ensino, percepção e aprendizagem. Além disso, o reconhecimento do estudante quanto à aplicabilidade desta ciência e sua análise inicial de desempenho são fatores que se mostram relacionados às atitudes em relação às disciplinas de serviço do Departamento de Estatística.

A análise psicométrica desse instrumento através da Teoria de Resposta ao Item (Modelo de Resposta Gradual) trouxe informações relevantes e condizentes. Cada item da EAE apresentou aos estudantes uma afirmação, frente a qual deveriam se posicionar. O item que apresentou menor grau de discriminação foi o item 18, no qual afirmava que o respondente fica mais feliz na aula de Estatística do que na aula de qualquer outra matéria. Isso provavelmente deve-se ao fato de os graduandos cursarem outros cursos que não o de Bacharelado em Estatística, tendo outros interesses principais. Daí, uma forma de motivação seria contextualizar durante o ensino às diferentes áreas com os conteúdos de probabilidade e estatística. Já o item que apresentou melhor discriminação foi o item 20, referente a ter uma reação definitivamente positiva em relação à estatística, gostar e apreciar esta matéria.

Ao analisar o fator de possível influência das áreas de estudo (ou seja, entre as diferentes disciplinas de serviços ofertadas) percebe-se que os estudantes que cursam Estatística Aplicada e Bioestatística (figura 18) possuem, de forma geral, maiores traços latentes (atitudes desfavoráveis) do que os alunos de Probabilidade e Estatística, graduandos de cursos da área de ciências exatas. Já entre os estudantes das ciências humanas e biológicas não se obteve diferenças significativas quanto às atitudes negativas.

Quanto ao gênero dos participantes, a amostra é bem equilibrada na quantidade homens e mulheres como foi apresentado na seção 4.1. Os escores por gênero mostraram, através da figura 19, que o sexo masculino possui maior variabilidade de θ . Já para a variável “Primeira vez que cursa a disciplina?” observou-se que estudantes que cursam a disciplina pela segunda ou mais vezes tendem a possuir maiores valores latentes (atitudes desfavoráveis à estatística).

Assim, é importante continuar buscando formas de desenvolver o ensino da estatística em todas as fases de aprendizagem, levando sempre em conta os aspectos afetivos e emocionais envolvidos nesse processo. Este estudo vem na tentativa de contribuir com tal objetivo e na espera de novos estudos que analisem possíveis fatores de influência ainda não abordados neste e também em maiores dimensões. Que os novos trabalhos tragam a possibilidade de uma continua avaliação da compreensão do significado e da importância do ensino brasileiro de estatística.

6 Referências Bibliográficas

ANDRADE, Dalton Francisco. **Teoria da Resposta ao Item: conceitos, modelos e aplicações.** In: **X Seminário de Estatística Aplicada**, 2006, Rosário.

ANDRADE, Dalton Francisco; TAVARES, Heliton Ribeiro; VALLE, Raquel da Cunha. **Teoria da Resposta ao Item: conceitos, modelos e aplicações.** In: **SINAPE**, 2000.

ANDRADE, D.F.; ANJOS, A. **Teoria da Resposta ao Item com uso do R.** In: **SINAPE**, 2012.

ANDRICH, David. **Rating formulation for ordered response categories.** *Psychometrika*, v. 43, n. 4, p. 561-573, dec. 1978.

ARA, Amilton Braio. **O Ensino de Estatística e a busca do equilíbrio entre os aspectos determinísticos e aleatórios da realidade.** 2006. 86 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2006.

BRADSTREET, T.E. (1996). **Teaching Introductory Statistics Courses so that Nonstatistician Experience Statistical Reasoning.** *The American Statistician*, 50(1), 69-78

BRITO, Márcia Regina Ferreira. **Adaptação e Validação de uma Escala de Atitudes em Relação à Matemática.** *Zetetiké*, Campinas, v.6, n. 9, p. 109-162, jan-jul. 1998.

CARZOLA, Irene Maurício et al. **Adaptação e Validação de uma Escala de Atitudes em Relação à Estatística.** In: **Conferência Internacional Experiências e Perspectivas do Ensino de Estatística: Desafios para o Século XXI**, 1999, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. p. 45-57.

CASTRO, Stela Maris de Jezus. **Teoria da Resposta ao Item: Aplicação na Avaliação da Intensidade de Sintomas Depressivos**. 2008. 153f. (Doutorado em Epidemiologia) – Faculdade de Medicina, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

GAL, Iddo; GINSBURG, Lynda; SCHAU, Candace. **Monitoring attitudes and beliefs in Statistics Education**. In: I. Gal & J. B. Garfield (Org.). *The assessment challenge in Statistics Education*. Amsterdam: IOS Press, 1997. p. 37-51.

HAMBLETON, Ronald; SWAMINATHAN, Hariharan; ROGERS, H.Jane. **Fundamentals of item response theory**. Newbury Park, CA: SAGE Publications, 1991. 184 p.

LEWIS, Aubrey (1967) **The State of Psychiatry; Inquiries in Psychiatry**. London.

LOPES, C. E.(2008) **O Ensino da Estatística e da Probabilidade na Educação Básica e a Formação de Professores**.Cad. Cedes Campinas, vol.28.

MCLEOD, D.B. e ADAMS, V.M. (1989) **Affect and Mathematical Problem-Solving: A new perspective**. New York: Springer Verlac.

MOORE, D.S. (1997). **Bayes for Beginners? Some reason to Hesitate**. *The American Statistician*, 51(3), 254-274.

MURAKI, Eiji. **A generalized partial credit model: Application of an EM algorithm**. *Applied Psychological Measurement*, v. 16, n. 2 p. 159-176, june 1992.

RIZOPOULOS, Dimitris (2006). **Ltm: An R package for Latent Variable Modeling and Item Response Theory Analyses**. Vol.71, *Journal of Statistical Software*.

TURIK, Cláudia (2010). **Análise de Atitudes de Estatística de alunos universitários por meio da Teoria de Resposta ao Item**, Dissertação de Mestrado da Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

WATTS, D. G. (1991). **Why is Introductory Statistics Difficult to learn? And What can we do to make it easier?** *The American Statistician*, 45 (4), 290-291.

Site do Departamento de Estatística da UnB. Disponível em: <http://www.est.unb.br>
Acesso em: 01 de maio de 2014

7 Apêndice

```
#----Teoria de Resposta ao Item (EAE)----
install.packages("ctv")
library(ctv)
dados<-read.csv(' ', sep=";", header=T)
colnames(dados)<-c('idade','curso','semestre','disciplina','vez',paste('i',1:20, sep= ""))
, 'sexo','desempenho', 'aplicabilidade')
head(dados)
library(Deducer)
base<-recode.variables(dados, "'Discordo totalmente'->1, 'Discordo'->2, 'Indiferente'->3,
'Concordo'->4, 'Concordo totalmente'->5")
names(base)<-names(dados)

#Bases por disciplina
#Probabilidade e Estatística
pe<-subset(base, disciplina=="Probabilidade e Estatística", select=names(base))

#Estatística Aplicada
ea<-subset(base, disciplina=="Estatística Aplicada", select=names(base))

#Bioestatística
bio<-subset(base, disciplina=="Bioestatística", select=names(base))

#Bases por sexo
#Feminino
fem<-subset(base, sexo=="Feminino", select=names(base))

#Masculino
masc<-subset(base, sexo=="Masculino", select=names(base))

#Bases por vez
#Cursa pela primeira vez
primeira<-subset(base, vez=="Sim", select=names(base))

#Não cursa pela primeira vez
nprimeira<-subset(base, vez=="Não", select=names(base))

#Análise Exploratoria dos dados

#análise descritiva
#base geral
dados<-data.frame(dados)
head(dados)
dim(dados)
names(dados)
attach(dados)

disciplina.tb<-table(disciplina)
prop.table(disciplina.tb) #frequencia relativa por disciplina

sexo.tb<-table(sexo)
prop.table(sexo.tb) #frequencia relativa por sexo

vez.tb<-table(vez)
prop.table(vez.tb) #frequencia relativa por vez
```

```

aplicabilidade.tb<-table(aplicabilidade)
prop.table(aplicabilidade.tb) #frequencia relativa de aplicabilidade

desempenho.tb<-table(desempenho)
prop.table(desempenho.tb) #frequencia relativa por desempenho

summary(idade) #medidas de dispersão
sd(idade) $desvio padrão
boxplot(idade,main="Idade")

summary(semestre)

#Análise bivariada

#Disciplina e desempenho
dis.des.tb<-table(disciplina, desempenho)
prop.table(dis.des.tb) #frequencia relativa
barplot(dis.des.tb, legend=T)
summary(dis.des.tb)

#Disciplina e aplicabilidade
dis.apli.tb<-table(disciplina, aplicabilidade)
prop.table(dis.apli.tb) #frequencia relativa
barplot(dis.apli.tb, legend=T)
summary(dis.apli.tb)

boxplot(idade ~ disciplina, main="Idade por disciplina")
boxplot(semestre ~disciplina,main="Semestre por disciplina")

#Vez e Disciplina
dis.vez.tb<-table(disciplina,vez)

#Itens e disciplina
dis.itens.tb<-table(i20,disciplina) #repetir para todos os itens
prop.table(dis.itens.tb)

#Teste de Hipóteses (Qui quadrado de independência)
dis.i4.tb<-table(i4, disciplina)
dis.i19.tb<-table(i19,disciplina)

chisq.test(dis.i4.tb)
chisq.test(dis.i4.tb) $expected

chisq.test(dis.i19.tb)
chisq.test(dis.i19.tb) $expected

#valores esperados menores que 5

chisq.test(dis.i4.tb, simulate.p.value=T)
chisq.test(dis.i19.tb, simulate.p.value=T)

# Resultados (TRI)
#Utilizando o pacote ltm na base geral

#install.packages(ltm)
library(ltm)

```

```

#Calibração do modelo

baseitens<-read.csv(' ', sep=";", header=T)
colnames(baseitens)<-paste('i',1:20, sep= "")
head(baseitens)

#Função GRM
?grm
library(ltm)

#Parâmetros dos itens
basetri<-grm(baseitens,constrained=F, IRT.param=T)
basetri
summary(basetri)

par(mfrow = c(1, 1))

plot(basetri, items=1:20) #curvas características dos itens

#curvas de informação dos itens
plot(basetri,main="", type = "IIC", items=1:20, xlab="Habilidade", ylab="Informação")
plot(basetri,main="Itens 1 ao 5", type = "IIC", items=1:5,, xlab="Habilidade", ylab="Informação" )
plot(basetri,main="Itens 6 ao 10", type = "IIC", items=6:10, xlab="Habilidade", ylab="Informação", )
plot(basetri,main="Itens 11 ao 15 ", type = "IIC", items=c(11:15), xlab="Habilidade",
ylab="Informação")
plot(basetri,main="Itens 16 ao 20", type = "IIC", items=15:20, xlab="Habilidade", ylab="Informação")

plot(basetri, type = "IIC", items = 0, main="",xlab="Habilidade", ylab="Informação") #função de
informação do teste

info<-information(basetri, c(-4,4))
info
#Estimação de theta

?factor.scores

base.est<-factor.scores(basetri, resp.pattern=baseitens)
head(base.est$score) #z1 = valor estimado de theta
theta<-base.est$score$z1
theta
summary(theta)

hist(theta,main="", axes = T, xlab = "Escore", ylab = "frequências absolutas", col="grey") #
histograma dos escores

#Análise dos escores

#gráficos

boxplot(theta ~dados$disciplina, ylab="Escore")
boxplot(theta ~dados$vez, ylab="Escore")
boxplot(theta ~dados$desempenho, ylab="Escore")
boxplot(theta ~dados$aplicabilidade, ylab="Escore")
boxplot(theta ~dados$sexo, ylab="Escore")

#anova (comparação entre grupos)

basetheta<-data.frame(theta,dados$disciplina)

```

```
anova<-aov(theta~dados$disciplina, data=basetheta) #bio x ea X pe
summary(anova)

shapiro.test(resid(anova)) #teste de normalidade

#install.packages("car")
library(car)
leveneTest (theta~dados$disciplina, data=basetheta) #teste de homogeneidade

#teste de tukey (teste post hoc)
TukeyHSD(anova)
```

8 Anexo

Questionário

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, de uma pesquisa que visa coletar dados para um Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Estatística/UnB. Esse questionário tem como objetivo estudar o comportamento/sentimento de estudantes com relação à Estatística e suas respectivas disciplinas da Universidade de Brasília.

Idade: ____

Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino

Curso (ex. Bacharel em Física): _____

Semestre: ____

Disciplina que está cursando:

☐ Bioestatística ☐ Estatística Aplicada ☐ Probabilidade e Estatística

Primeira vez que cursa essa disciplina?

☐ Sim ☐ Não

Seu desempenho em estatística, você considera:

☐ Fraco ☐ Regular ☐ Bom ☐ Ótimo ☐ Excelente

Você considera a estatística, de acordo com seu curso:

☐ Nenhuma Aplicação ☐ Pouco Aplicável ☐ Aplicável ☐ Muito aplicável ☐ Totalmente Aplicável

Escala de atitudes em relação à Estatística

Instruções:

Cada uma das frases abaixo expressa o sentimento que cada pessoa apresenta com relação à Estatística. Você deve comparar o seu sentimento pessoal com aquele expresso em cada frase, assinalando um dentre os cinco pontos colocados abaixo de cada uma delas, de modo a indicar com a maior exatidão possível, o sentimento que você experimenta com relação à Estatística.

1. Eu fico sempre sob uma terrível tensão na aula de Estatística.

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Indiferente ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

2. Eu não gosto de Estatística e me assusta ter que fazer essa matéria.

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Indiferente ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

3. Eu acho a Estatística muito interessante e gosto das aulas de Estatística.

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Indiferente ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

4. A Estatística é fascinante e divertida.

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Indiferente ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

5. A Estatística me faz sentir seguro e é, ao mesmo tempo, estimulante.

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Indiferente ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

6. “Dá um branco” na minha cabeça e não consigo pensar claramente quando estudo Estatística.

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Indiferente ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

7. Eu tenho sensação de insegurança quando me esforço em Estatística.

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo ☐ Indiferente ☐ Concordo ☐ Concordo totalmente

8. A Estatística me deixa inquieto, descontente, irritado e impaciente.

- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 9.** O sentimento que tenho com relação à Estatística é bom.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 10.** A Estatística me faz sentir como se estivesse perdido em uma selva de números e sem encontrar a saída.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 11.** A Estatística é algo que eu aprecio grandemente.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 12.** Quando eu ouço a palavra Estatística, eu tenho um sentimento de aversão.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 13.** Eu encaro a Estatística com um sentimento de indecisão, que é resultado do medo de não ser capaz em Estatística.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 14.** Eu gosto realmente de Estatística.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 15.** A Estatística é uma das matérias que eu realmente gosto de estudar na faculdade.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 16.** Pensar sobre a obrigação de resolver um problema estatístico me deixa nervoso.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 17.** Eu nunca gostei de Estatística e é a matéria que me dá mais medo.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 18.** Eu fico mais feliz na aula de Estatística do que na aula de qualquer outra matéria.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 19.** Eu me sinto tranquilo em Estatística e gosto muito dessa matéria.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente
- 20.** Eu tenho uma reação definitivamente positiva com relação à Estatística: Eu gosto e aprecio essa matéria.
- () Discordo totalmente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo totalmente